

**LETÍCIA GONÇALVES BARCELLOS**

Controle microbiológico da água: potencial das análises de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica como métodos auxiliares no monitoramento da degradação da qualidade da água



**Monografia apresentada ao Instituto de Microbiologia Paulo de Góes, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas: Microbiologia e Imunologia.**

**INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA PAULO DE GÓES  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
RIO DE JANEIRO  
Abril-2021**

**Trabalho realizado no Departamento de Microbiologia Médica, do Instituto de Microbiologia Paulo de Góes, UFRJ, sob a orientação do professor Marco Antônio Lemos Miguel e co-orientação do doutorando Felipe Miceli de Farias.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

## CIP - Catalogação na Publicação

B242c Barcellos, Letícia Gonçalves  
Controle microbiológico da água: potencial das análises de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica como métodos auxiliares no monitoramento da degradação da qualidade da água / Letícia Gonçalves Barcellos. -- Rio de Janeiro, 2021. 84 f.

Orientador: Marco Antônio Lemos Miguel.  
Coorientador: Felipe Miceli de Farias.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Microbiologia, Bacharel em Ciências Biológicas: Microbiologia e Imunologia, 2021.

1. Água de abastecimento . 2. Coliformes totais . 3. Escherichia coli . 4. Sólidos totais dissolvidos . 5. Condutividade elétrica . I. Miguel, Marco Antônio Lemos, orient. II. Farias, Felipe Miceli de , coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

**INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA PAULO DE GÓES / UFRJ  
COORDENAÇÃO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**

**ATA DA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA PARA APROVAÇÃO NO  
RCS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, BACHARELADO  
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: MICROBIOLOGIA E IMUNOLOGIA**

ALUNO: **Letícia Gonçalves Barcellos**

DRE: 117143682

BANCA EXAMINADORA: Prof. Sérgio Eduardo Longo Fracalanza (Presidente)  
Prof. Selma Soares de Oliveira  
Dr. José Roberto de Assis Ribeiro  
Prof. Leandro Araújo Lobo (Suplente)

Título da Monografia: **“Controle microbiológico da água: potencial das análises de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica como métodos auxiliares no monitoramento da degradação da qualidade da água”**

Local: Sala virtual <https://meet.google.com/wzc-jakj-dwr>

Data e hora de início: **19 de abril de 2021 às 10:00h**

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, o aluno foi argüido pelos membros da Banca Examinadora, demonstrando suficiência de conhecimentos e capacidade de sistematização no tema de sua Monografia, tendo, então, obtido nota 10(dez) neste requisito do RCS de **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelo presidente da banca examinadora, aluno, orientador (ou coorientador) e pelo coordenador do RCS.

Rio de Janeiro, 19 de abril de 2021.

NOTA

10

10

10

Banca Examinadora:

Prof. Sérgio Eduardo Longo Fracalanza

Prof. Selma Soares de Oliveira

Dr. José Roberto de Assis Ribeiro

Prof. Leandro Araújo Lobo

Presidente da banca

  
Sergio E. L. Fracalanza

Prof. Sérgio Eduardo Longo Fracalanza

Aluno:



Letícia Gonçalves Barcellos

Orientador:





Prof. Marco Antônio Lemos Miguel / Coorientador: MSc. Felipe Miceli de Farias

Coordenador  
de TCC



Prof. Bernadete Teixeira Ferreira Carvalho

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus por ser meu sustento, refúgio e amparo nos momentos difíceis.

Agradeço meus pais, Celso e Sebastiana, e minha irmã, Larissa, pela compreensão, incentivo e carinho. Também gostaria de agradecer especialmente aos meus pais por todo esforço investido na minha educação durante todos esses anos, mesmo sendo evidente o cansaço físico e emocional que suportaram para que eu conseguisse sucesso na vida profissional.

Aos meus colegas e amigos da graduação que fizeram minhas tardes mais leves e alegres com jogos de UNO sobre o gramado próximo ao Restaurante Universitário. Agradeço a vocês por cada risada e conselho durante esses anos.

Ao meu orientador, professor Marco Miguel, e ao meu co-orientador, Felipe, pela dedicação, pela paciência e pelo tempo investido no meu crescimento acadêmico.

Ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos, lugar no qual fui acolhida e introduzida ao universo da indústria de alimentos.

Aos professores Sérgio Fracalanza, Selma Soares, Leandro Araujo e ao doutor José Ribeiro, por terem aceitado compor a minha banca e por reservarem seu tempo a este projeto.

Agradeço à UFRJ e ao Instituto de Microbiologia e Imunologia Paulo de Góes, por terem me dado a oportunidade de experienciar o melhor da ciência e por contribuírem para o meu progresso acadêmico.

Aos órgãos de fomento CAPES, FAPERJ, CNPq e PIBIC/UFRJ, pelo suporte financeiro para a realização desse trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para este trabalho.

## **EPÍGRAFE**

**“It is our choices, Harry, that show what we  
truly are, far more than our abilities”.**  
**J.K. Rowling.**

## RESUMO

LETÍCIA GONÇALVES BARCELLOS

Controle microbiológico da água: potencial das análises de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica como métodos auxiliares no monitoramento da degradação da qualidade da água

Orientador: Marco Antônio Lemos Miguel

Coorientador: Felipe Miceli de Farias

**Resumo da Monografia apresentada no Instituto de Microbiologia Paulo de Góes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas: Microbiologia e Imunologia e aprovação no RCS Trabalho de Conclusão de Curso.**

A água é um recurso natural essencial para a vida na Terra. Apenas 2,5% da água é doce e 0,3% da água doce total está livre para consumo, sendo encontrada em rios e lagos. Uma combinação de diversos fatores tem levado à contaminação dos recursos hídricos do planeta, dificultando o abastecimento de água para as pessoas. A utilização dessa fonte contaminada pode resultar em variadas doenças causadas por microrganismos e pela intoxicação por altos níveis de sólidos e compostos dissolvidos em água. Dessa forma, deve ocorrer um monitoramento da qualidade da água durante os processos de captação, de tratamento e antes do processo de distribuição. Não obstante, casos de falhas ao longo dos processos de tratamento de água são frequentemente relatados no Brasil. A exemplo disso, nos meses de janeiro de 2020 e 2021, uma das maiores cidades do Brasil, o Rio de Janeiro, passou por uma falha no tratamento da água, tornando esse recurso fora dos padrões de potabilidade, uma vez que possuía alterações sensoriais perceptíveis. Nesse sentido, métodos analíticos microbiológicos e físico-químicos têm sido utilizados para monitorar a potabilidade da água. Segundo a Portaria de Consolidação nº 5, os coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas mesófilas totais são parâmetros utilizados como indicadores de contaminação da água. Dentre os principais métodos microbiológicos para análise desses microrganismos, destacam-se os testes enzimáticos, a técnica de tubos múltiplos e a contagem em placas. Para a avaliação físico-química da água, um conjunto de parâmetros são analisados. Dentre eles, a análise de sólidos dissolvidos totais (STD) é um parâmetro imposto pela mesma Portaria e que pode ser analisado por medidores de condutividade elétrica (CE). Estudos relatam a relação entre os STD e a CE, uma vez que esses parâmetros indicam o nível de salinidade da água. Outro ponto importante é a correlação que a literatura vem descrevendo entre os STD e a presença de bactérias indicadoras. Isso pode ocorrer devido ao alívio osmótico que o aumento de salinidade em águas doces proporciona quando microrganismos entéricos são lançados no meio ambiente, contribuindo para o equilíbrio osmótico celular, prevenindo sua lise. Uma vez que o aumento de CE está diretamente relacionado com o aumento de sais dissolvidos em água, alguns estudos relatam que o aumento da concentração de sal favorece o aumento das taxas de sobrevivência de *E. coli* em concentrações de até 1500 micro-siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Esses relatos contribuem para futuros estudos relacionados à utilização da CE que possivelmente sugeriria a presença de microrganismos indicadores em água. Levando-se em consideração a importância da qualidade e segurança da água para a saúde da população, que falhas eventuais acontecem e que poucos têm acesso a laboratórios analíticos para o monitoramento da qualidade da água, faz-se necessário a disponibilização de metodologias simples e de fácil execução para indicar

alterações na potabilidade da água. Dessa forma, é válido considerar o aparelho medidor de CE como uma possível forma de análise da potabilidade da água quanto a sua qualidade microbiológica.

**Palavras-chave:** água de abastecimento, coliformes totais, *Escherichia coli*, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica.



## ABSTRACT

LETÍCIA GONÇALVES BARCELLOS

Microbiological control of water: the potential of the analysis of total dissolved solids and electrical conductivity as auxiliary methods in monitoring the degradation of water quality

Advisor: Marco Antônio Lemos Miguel

Co-advisor: Felipe Miceli de Farias

**Abstract da Monografia apresentada no Instituto de Microbiologia Paulo de Góes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas: Microbiologia e Imunologia e aprovação no RCS Trabalho de Conclusão de Curso.**

Water is an essential natural resource for life on Earth. Only 2.5% of the water is fresh and 0.3% of the total freshwater is free for consumption, founded in rivers and lakes. A combination of several factors has led to the contamination of the planet's water resources, making it difficult for people to supply-water. The use of this contaminated source can result in various diseases caused by microorganisms and intoxication by high levels of solids and compounds dissolved in water. Thus, water quality must be monitored during the collection, treatment, and before the distribution process. However, cases of water distribution failures are frequently reported in Brazil. As an example of this, in January 2020 and 2021, one of the largest cities in Brazil, Rio de Janeiro, experienced a failure in the water distribution, causing water to be outside the standards of potability since it had noticeable sensory changes. In this sense, microbiological and physical-chemical analytical methods have been used to monitor the potability of water. According to Consolidation Ordinance N° 5, total coliforms, *Escherichia coli*, and total mesophilic heterotrophic bacteria are parameters used as indicators of water contamination. Among the main microbiological methods for analyzing these microorganisms, enzymatic tests, multiple tube technique and plate counting stand out. For the physical-chemical assessment of water, a set of parameters is analyzed. Among them, the analysis of total dissolved solids (TDS) is a parameter imposed by the same Ordinance and can be analyzed by electrical conductivity (EC) measure. Studies report the relationship between TDS and EC since these parameters indicate the level of salinity in the water. Another important point is the correlation that the literature has been describing between TDS and presence of indicator bacteria. This may occur due to the osmotic relief that increase in salinity in freshwater provides when enteric microorganisms discharged into the environment, helping the cell osmotic balance, preventing their lysis. Since the increase in EC is directly related to the increase in salts dissolved in water, some studies report that the increase of the salt concentration favors the increase in the survival rates of *E. coli* in concentrations up to 1500 microsiemens per centimeter ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). These reports contribute to future studies related to the use of EC that would possibly suggest the presence of indicator microorganisms in water. Taking into account the importance of water quality and safety for the population's health, that eventual failures happen and that few have access to analytical laboratories for monitoring water quality, it is necessary to provide simple and easy to implement methodologies to indicate changes in water potability. Thus, it is valid to consider the EC meter as a possible way of analyzing the potability of water in terms of its microbiological quality.

**Keywords:** supply-water, total coliforms, *Escherichia coli*, total dissolved solids, electrical conductivity.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição dos alimentos incriminados em surtos de DTA entre 2009 e 2018. Alterado de MS (2019). .....	9
<b>Figura 2.</b> Distribuição dos 10 agentes etiológicos mais identificados nos surtos de DTA entre 2009 e 2018. Alterado de MS (2019). .....	10
<b>Figura 3.</b> Fluxograma da pesquisa de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> em amostras de água (Teste quantitativo) .....	34
<b>Figura 4.</b> Representação de resultados negativo e positivos para coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> . .....	35
<b>Figura 5.</b> Representação da ação das enzimas $\beta$ -galactosidase e $\beta$ -glucuronidase nos substratos ONPG e MUG, respectivamente. Alterado de IDEXX Laboratories.....	36
<b>Figura 6.</b> Fluxograma da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas totais em amostras de água.....	36
<b>Figura 7.</b> Ilustração do equipamento para medição de condutividade elétrica. Alterado de Akso Produtos Eletrônicos. ....	48
<b>Figura 8.</b> Representação da medição de condutividade elétrica por um medidor portátil. ....	48

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Comparação de indicadores microbianos dos principais padrões de qualidade selecionados para água potável (Alterado de Wen <i>et al.</i> , 2020).....	22
<b>Quadro 2.</b> Principais métodos dependentes de cultivo para análise de indicadores microbiológicos em água.....	31
<b>Quadro 3.</b> Métodos microbiológicos independentes de cultivos para análise de indicadores microbiológicos em água.....	38
<b>Quadro 4.</b> Parâmetros físico-químicos e suas metodologias para a análise de água.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIEC	<i>Adherent-Invasive Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> aderentes invasivos)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APC	Ágar Padrão para Contagem
APHA	<i>American Public Health Association</i> (Associação Americana de Saúde Pública)
BHI	<i>Brain Heart Infusion</i> (Infusão de cérebro e coração)
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (Centros de Controle e Prevenção de Doenças)
CE	Condutividade Elétrica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CVE	Centro de Vigilância Epidemiológica
CWA	<i>Cell Wall-Anchored</i> (Parede Celular Ancorada)
DAEC	<i>Diffusely Adherent Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> difusamente aderentes)
DDTHA	Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar
DGGE	<i>Denaturing Gradient Gel Electrophoresis</i> (Eletroforese em Gel de Gradiente de Desnaturação)
DNA	<i>DeoxyRibonucleic Acid</i> (Ácido Desoxirribonucleico)
DPD	<i>N,N-diethyl-p-fenylenediamine</i> (N N-dietil-p-fenilenodiamina)
DRBC	<i>Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol</i> (Diclorano Rosa Bengala Cloranfenicol)
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
EAEC	<i>enteroaggregative Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> Enteroagregativos)
EC	<i>Escherichia coli</i>
EIEC	<i>Enteroinvasive Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> enteroinvasivos)
eM	<i>Enterococcus Medium</i> (Meio Enterococos)
EMB	<i>Eosin Methylene Blue</i> (Eosina Azul de Metileno)
EPEC	<i>Enteropathogenic Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> enteropatogênicos)
ETEC	<i>Enterotoxigenic Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> enterotoxigênicos)
EUA	Estados Unidos da América
FACTS	<i>Free Available Chlorine Test-syringaldazine</i> (Teste de avaliação do cloro livre com sirigaldazina)
HIV	<i>Human Immunodeficiency Virus</i> (Vírus da Imunodeficiência Humana)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMPG	Instituto de Microbiologia Paulo de Góes
mFC	<i>Medium Fecal Coliforms</i> (Meio Coliformes Fecais)
mHPC	<i>Medium Heterotrophic Plate Count</i> (Meio de Contagem de Placa de Heterotróficos)
mL	mililitro
mPA	<i>Medium Pseudomonas. Aeruginosa</i> (Meio <i>Pseudomonas. Aeruginosa</i> )
MPF	Ministério Público Federal
MRS	de Man, Rogosa, Sharpe
MRS-CC	de Man, Rogosa, Sharpe - <i>Clindamycin-Ciprofloxacin</i> (de Man, Rogosa, Sharpe - Clindamicina-Ciprofloxacina)
MS	Ministério da Saúde
mTEC	<i>Medium Thermotolerant Escherichia coli</i> (Meio <i>Escherichia coli</i> Termotolerante)
MUG	<i>4-Methylumbelliferyl-β-D-glucuronide</i> (4-Metilumbeliferil-β-D-Glucoronídeo)
NMP	Número Mais Provável
ONPG	<i>Ortho-Nitrophenyl-β-galactoside</i> (Orto-Nitrofenil-β-D-Galactopiranosídeo)

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ONU	Organização das Nações Unidas
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i> (Reação em Cadeia da Polimerase)
pH	Potencial hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
REA	<i>Restriction Endonuclease Analysis</i> (Análise de restrição de endonuclease)
RMC	<i>Reinforced Clostridium Medium</i> (Meio Clostrídio Reforçado)
RNA	<i>RiboNucleic Acid</i> (Ácido Ribonucleico)
R2A	<i>Reasoner's 2A</i> (2A de Reasoner)
SES/SP	Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SPADNs	<i>4,5-dihydroxy-3-(p-sulpho- phenylazo)-2,7-naphthalenedisulphonic acid</i> [Ácido 4,5-dihidroxi-3- (p-sulfo-fenilazo) -2,7-naftalenodissulfônico]
SPS	<i>Sulfite Polymyxin Sulfadizine</i> (Sulfito Polimixina Sulfadizina)
SUS	Sistema Único de Saúde
STEC	<i>Shiga Toxin-Producing Escherichia coli</i> ( <i>Escherichia coli</i> produtora de toxina Shiga)
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TOS-MUP	<i>Transgalactosylated Oligosaccharides - Mupirocin</i> (Oligossacarídeos de Transgalactosilação - Mupirocina)
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UNICEF	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i> (Fundo das Nações Unidas para a Infância)
UV	Luz Ultravioleta
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial da Saúde)

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	xi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>2.1. Objetivo Geral</b> .....	5
<b>2.2. Objetivos específicos</b> .....	5
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	6
<b>Capítulo 1 : A ÁGUA: DISTRIBUIÇÃO NO PLANETA, SUA IMPORTÂNCIA PARA OS SERES VIVOS E POTABILIDADE</b> .....	6
<b>Capítulo 2 : DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA</b> .....	8
<b>Capítulo 3 : PATÓGENOS ASSOCIADOS À ÁGUA</b> .....	9
<b>3.1. Bactérias</b> .....	10
<b>3.1.1. <i>Salmonella</i> spp.</b> .....	11
<b>3.1.2. <i>Escherichia coli</i></b> .....	11
<b>3.1.3. <i>Staphylococcus aureus</i></b> .....	12
<b>3.1.4. <i>Shigella</i> spp.</b> .....	12
<b>3.1.5. <i>Bacillus cereus</i></b> .....	13
<b>3.1.6. <i>Clostridium perfringens</i></b> .....	14
<b>3.2. Vírus</b> .....	14
<b>3.2.1. Norovírus</b> .....	14
<b>3.2.2. Rotavírus</b> .....	15
<b>3.2.3. Vírus da hepatite A</b> .....	16
<b>3.3. Protozoários</b> .....	16
<b>3.3.1. <i>Giardia</i> spp.</b> .....	16
<b>3.3.2. <i>Cryptosporidium</i> spp.</b> .....	17
<b>3.3.3. <i>Toxoplasma gondii</i></b> .....	18
<b>3.4. Fungos</b> .....	18
<b>3.4.1. <i>Aspergillus</i> spp.</b> .....	19
<b>3.4.2. <i>Penicillium</i> spp.</b> .....	19
<b>Capítulo 4 : MICRORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE NA ÁGUA</b> .....	20
<b>4.1. Coliformes totais e termotolerantes</b> .....	20
<b>4.2. Enterococos</b> .....	25
<b>4.3. Clostrídios redutores de sulfito</b> .....	25
<b>4.4. Bifidobactérias</b> .....	25
<b>4.5. Bacteriófagos</b> .....	26
<b>4.6. Bactérias heterotróficas</b> .....	26
<b>4.7. <i>Pseudomonas aeruginosa</i></b> .....	27
<b>4.8. Leveduras</b> .....	27
<b>Capítulo 5 : LEGISLAÇÃO QUANTO À QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	28
<b>Capítulo 6 : MÉTODOS DE DETECÇÃO MICROBIOLÓGICO</b> .....	29
<b>6.1. Técnica dos Tubos Múltiplos</b> .....	34
<b>6.2. Teste enzimático</b> .....	35
<b>6.3. Contagem em Placas</b> .....	36
<b>Capítulo 7 : MÉTODOS DE MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS</b> .....	39
<b>7.1. Sólidos totais dissolvidos (STD)</b> .....	42

<b>7.2. Condutividade elétrica (CE)</b> .....	45
<b>7.2.1. Métodos de análises para CE</b> .....	48
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a vida na terra. Apesar de haver uma grande quantidade dela no planeta, apenas a água doce pode ser utilizada, sem grandes tratamentos para o consumo, que corresponde a 2,5% da água mundial. Desse total, 99,7% não estão disponíveis, visto que 76,4% se encontram nas calotas polares norte e sul e 22,8% integram os aquíferos. Desta forma, temos apenas cerca de 0,3% da água livre para uso, sendo encontrado em rios e lagos (Bicudo, Tundisi e Scheuenstuhl, 2010; Abas *et al.*, 2019).

No organismo humano, a água possui diversos papéis importantes para o funcionamento do corpo. Ela é responsável pela regulação da temperatura corporal, transporte de componentes, como nutrientes, hormônios, oxigênio e outras moléculas, atua como solvente em diferentes reações metabólicas e possui funções mecânicas, se comportando como um lubrificante na boca, nos olhos e articulações, através da saliva, lágrimas e líquido sinovial, respectivamente (Lorenzo, Prat e Yébenes, 2019).

Uma combinação de fatores como o crescimento populacional, o conseqüente uso da água em produções agrícolas e energéticas e a falta de cuidado com saneamento acabaram resultando na degradação da qualidade dos recursos hídricos do planeta, contribuindo para o aumento das dificuldades no abastecimento de água para as pessoas (ONU, 2018).

Nesse sentido, devido à contaminação em mananciais por derramamentos de metais pesados, compostos orgânicos voláteis, produtos farmacêuticos e outros poluentes, ainda há um grande desafio para manter o padrão de potabilidade no Brasil. Além disso, existe a preocupação com os perigos relacionados aos elementos-traços que estão associados a sólidos orgânicos e inorgânicos no meio aquático contribuindo para toxicidade ambiental e humana (Palansooriya *et al.*, 2019).

A utilização dessa fonte contaminada pode resultar em variadas doenças causadas por microrganismos, como hepatite A, gastroenterites, febre tifoide, cólera e leptospirose, grande parte delas causadas por infecções bacterianas e virais (WHO, 2015). Outro ponto importante é a intoxicação por altos níveis de resíduos de sólidos e compostos dissolvidos em água, que podem causar distúrbios de osmolaridades tanto nos seres humanos quanto no meio ambiente (Griffith, 2017; Wilck *et al.*, 2019; Malik *et al.*, 2020).

Dados do Ministério da Saúde (MS) relatam que a maior proporção de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) possui como agente etiológico as bactérias (92,2%), sendo seguido por vírus (6,0%), agentes químicos e outros (1,2%) e protozoários e helmintos (0,6%) (MS, 2018).



A utilização da água no Brasil para o consumo humano encontra-se dividida em formas de abastecimento por sistemas de distribuição e em fontes alternativas. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a última pesquisa sobre a distribuição do sistema de abastecimento de água no Brasil revelou um abastecimento de água de 99,6% dos municípios (IBGE, 2017). Tanto na água transportada por sistemas de abastecimento quanto em fontes alternativas, as análises microbiológicas e físico-químicas são necessárias para a garantia da sua qualidade.

A qualidade da água deve ser monitorada durante os processos de captação, de tratamento e antes do processo de distribuição. Entretanto, ocorrência de falhas no monitoramento da água são frequentemente relatados no Brasil. Como exemplo disso, em janeiro de 2020 uma das maiores cidades do Brasil, o Rio de Janeiro, passou por uma falha no tratamento da água, o que fez com que água estivesse fora dos padrões de potabilidade, uma vez que possuía alterações sensoriais perceptíveis. Em janeiro de 2021, um ano após a falha ocorrida, o evento se repetiu na cidade, havendo diversas reclamações quanto ao gosto, cheiro e cor da água. Em São Paulo também foram observadas falhas quanto à qualidade da água, presenciando concentrações de nitrato muitas vezes excedendo os valores de potabilidade (Pires *et al.*, 2020).

Métodos analíticos microbiológicos e físico-químicos têm sido utilizados com o intuito de monitorar a potabilidade da água. Segundo a Portaria de Consolidação nº 5, os microrganismos coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas mesófilas totais são parâmetros utilizados como indicadores de contaminação da água. Dentre os principais métodos microbiológicos para análise desses microrganismos, destacam-se os testes enzimáticos, a técnica de tubos múltiplos e a contagem em placas (MS, 2017).

Para a avaliação físico-química da água, a legislação brasileira lista mais de 100 itens que devem ser monitorados de forma periódica ou esporádica (MS, 2017). Entre os frequentemente analisados estão, turbidez, cloro residual livre, pH, gosto e odor.

A análise de sólidos totais dissolvidos (STD) também é um parâmetro imposto pela Portaria de Consolidação nº 5 e que pode ser avaliada por medidores de condutividade elétrica (MS, 2017; Corwin e Yemoto, 2020).

Estudos relatam a relação entre os STD e a condutividade elétrica (CE), uma vez que esses parâmetros indicam o nível de salinidade da água (Rusydi, 2018; Alsulaili, Al-Harbi e Elsayed, 2020; Corwin e Yemoto, 2020). Alguns sais como o sódio, cálcio, magnésio, sulfato e cloreto são exemplos de sólidos dissolvidos que podem ser encontrados naturalmente em águas doces. Esses sólidos dissolvidos em água são capazes de produzir íons, como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,

$Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  e  $Cl^-$  que juntamente com a CE são utilizados para indicar o nível de salinidade da água (Peng *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020). Dessa forma, é possível fazer uso do aparelho que mede a condutividade elétrica para análise de STD, denominado condutivímetro, o que acaba tornando a análise de íons mais barata e versátil (Rusydi, 2018; Alsulaili, Al-Harbi e Elsayed, 2020; Corwin e Yemoto, 2020).

Outro ponto importante é a correlação que alguns artigos vêm descrevendo entre os STD e a presença de bactérias. Um estudo realizado em nove bacias hidrográficas no sudoeste do estado da Virgínia, EUA, encontrou correlações positivas entre o aumento da concentração de coliformes totais e *E. coli* com o aumento de concentrações de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ , enquanto que concentrações de *Bacteroides* spp. associados a humanos foram relacionados a altas concentrações de  $Na^+$  nessas bacias (Badgley *et al.*, 2019). Isso pode ocorrer devido ao alívio osmótico que o aumento de salinidade em águas doces proporciona, visto que quando microrganismos entéricos são excretados no meio ambiente e liberados nos riachos a sua salinidade diminui de maneira rápida, fazendo com que a célula não consiga ajustar a osmolaridade interna a tempo para prevenir sua lise (Bialecka-Fornal *et al.*, 2015; DeVilbiss, 2021).

Nesse sentido, variações nos valores de STD indicam alterações nas características físico-químicas da água, que podem estar associadas ao aumento da carga microbiana, servindo de alerta para o monitoramento do sistema.

O aumento de CE está diretamente relacionado com o aumento de sais que podem formar íons em água (APHA, 2017; Howladar, Numanbakth e Faruque, 2018; Duressa, Assefa e Jida, 2019). Apesar de haver poucos estudos correlacionando o aumento de salinidade em água doce com a presença de microrganismos indicadores, um estudo recente avaliou os efeitos de diferentes concentrações de sal dentro da faixa de água doce (DeVilbiss *et al.*, 2021). Dessa forma, foi constatado que o aumento da salinidade contribui para o aumento das taxas de sobrevivência de *E. coli* em concentrações de até 1500 micro-siemens por centímetro ( $\mu S/cm$ ), porém a maior taxa ocorreu em faixa mais baixa, de até 350  $\mu S/cm$  (DeVilbiss *et al.*, 2021). Esses relatos podem contribuir para futuros estudos relacionados à utilização da CE como uma possível alternativa para indicar a presença de microrganismos indicadores em água.

Levando-se em consideração a importância da qualidade e segurança da água para a saúde da população, que falhas eventuais acontecem e que poucos têm acesso a laboratórios analíticos para o monitoramento da qualidade da água, faz-se necessária a disponibilização de uma metodologia simples e de fácil execução para indicar alterações na potabilidade da água.

Dessa forma, é válido considerar o aparelho medidor de condutividade elétrica como uma possível forma de análise da potabilidade da água.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Realizar revisão bibliográfica por meio de base de dados científicos que indiquem a possibilidade das análises de “sólidos totais dissolvidos” e “condutividade elétrica” como método alternativo para o monitoramento da qualidade bacteriológica da água.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar uma revisão da literatura sobre os conceitos e aplicações das técnicas de análises de “sólidos totais dissolvidos” e “condutividade elétrica”;
- Mostrar a correlação destas técnicas com análises microbiológicas ou outros indicadores de qualidade da água.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### Capítulo 1 : A ÁGUA: DISTRIBUIÇÃO NO PLANETA, SUA IMPORTÂNCIA PARA OS SERES VIVOS E POTABILIDADE

A água é um recurso da natureza essencial para os seres vivos, sendo encontrada compondo não somente mais de 71% da superfície terrestre, como também, em todos os seres vivos. Estes possuem cerca de 70% de água em sua composição química, por isso, ela é reconhecida como um componente vital. A água possui seu próprio ciclo biogeoquímico, além de ser utilizada de diversas formas, como no consumo humano e animal, irrigação, indústria, aquicultura e pesca, geração de energia elétrica, navegação, turismo e lazer (Leite *et al.*, 2019).

Do ponto de vista histórico, a água sempre foi um recurso muito importante durante o processo de fundação de sociedades. Isso pode ser visto tanto em civilizações que dependiam da exploração de grandes rios, como os povos da Mesopotâmia e do Egito, quanto em civilizações que habitavam regiões desérticas e semiáridas, como os Helenos (Antoniou *et al.*, 2014).

A água utilizada para consumo humano é a água doce, que compõe apenas 2,5% da reserva de água do planeta. Desse total, 99,7% não estão disponíveis, visto que 76,4% se encontram nas calotas polares norte e sul e 22,8% integram os aquíferos. Assim, apenas 0,3% dos 2,5% de água doce encontra-se acessível como água superficial, em áreas alagadas, rios, lagos e represas (Bicudo, Tundisi e Scheuenstuhl, 2010; Abas *et al.*, 2019).

A América é o continente que possui a maior concentração de água doce superficial, abrigando 45% de sua distribuição total no planeta, enquanto o território brasileiro se destaca com 12% de todas as reservas de água doce do mundo. A Ásia é o segundo local mais abundante em água doce, com 28%, enquanto que a Europa possui 15,5%. Em relação à África, o território acaba sofrendo pela falta de água, devido à sua dimensão, tendo apenas 9% de água doce (Balasubramanian, 2015).

O crescimento populacional e consequente uso da água em produções agrícolas e energéticas, junto a falta de cuidado com saneamento, têm resultado na degradação da qualidade dos recursos hídricos do planeta, além de contribuir para dificuldades no abastecimento das populações (ONU, 2018).

No organismo humano, a água é um componente visto em abundância e possui diversos papéis importantes para o funcionamento do corpo. Ela é responsável pela regulação da temperatura corporal, transporte de componentes, como nutrientes, hormônios, oxigênio, metabólitos e outras moléculas. Ela também atua como solvente em diferentes reações

metabólicas, possui funções mecânicas, se comportando como um lubrificante na boca, nos olhos e articulações, através da saliva, lágrimas e líquido sinovial, respectivamente. Além disso, protege e promove a limpeza da membrana mucosa e previne lesões e fraturas por dar flexibilidade e elasticidade aos tecidos (Lorenzo, Prat e Yébenes, 2019).

Por ser um bem importante para a manutenção da vida, e pelo fato do ser humano não possuir a capacidade de armazenamento de água, havendo necessidade de ela ser liberada e em 24 horas ser reposta, ao longo dos anos foram desenvolvidas formas de transportar e armazenar a água como caixas d'água e cisternas (Thomas *et al.*, 2020). Porém em determinados locais do mundo, a forma que essas técnicas são usadas podem ser questionáveis e podem colocar em risco a saúde do indivíduo.

De acordo com o relatório do Programa de Monitoramento Conjunto fornecido pela Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization – WHO*) em parceria com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (*United Nations International Children's Emergency Fund-UNICEF*), cerca de 1 em cada 3 pessoas não têm acesso à água potável, um total de 2,2 bilhões de pessoas, além de seis em cada dez não possuem saneamento confiável (UNICEF e WHO, 2019).

No Brasil, há um desafio para manter o padrão de potabilidade devido à contaminantes nos mananciais, como por exemplo metais pesados, contaminantes inorgânicos, compostos orgânicos voláteis, produtos farmacêuticos e outros tipos de contaminantes que ao serem ingeridos podem acabar causando complicações à saúde humana, além de problemas ambientais e para os próprios animais (Bolina *et al.*, 2018; Palansooriya *et al.*, 2019). Um estudo sobre contaminantes emergentes em águas potáveis, realizado por pesquisadores entre 2006 a 2015, revelou que esgotos brutos e tratados, água potável, superficiais e subterrâneas possuíam diferentes tipos de contaminantes que incluíam hormônios, substâncias farmacêuticas, produtos de higiene pessoal, industriais pesticidas e drogas ilícitas (Montagner *et al.*, 2019).

Há também a preocupação com os perigos relacionados aos elementos-traços que estão associados a sólidos orgânicos e inorgânicos no meio aquático. Eles ocorrem no ambiente por processos naturais, sendo elementos químicos acessórios na constituição de rochas. Alguns são essenciais para manter o metabolismo adequado dos seres vivos, porém podem ser tóxicos em níveis mais elevados (Andrade, 2011; Mohammadi e Rouzbahani, 2017; Santos, 2017).

Outro ponto importante a ser analisado são as doenças causadas por microrganismos que são encontrados em diversas fontes hídricas por conta de contaminações. Dados da WHO mostram que 3 bilhões de pessoas carecem de instalações básicas para lavagem das mãos com água e sabão em casa, além de estatísticas mostrarem que 361 mil crianças com menos de 5

anos morrem por diarreia por ano devido à falta de acesso à água potável, saneamento e higiene (WHO, 2017; UNICEF e WHO, 2019).

Em regiões semiáridas no sertão do nordeste brasileiro o armazenamento de água tem causado transtornos para famílias de zonas rurais devido às contaminações causadas por microrganismos, o que afetaria na qualidade da vida local, já que enfrentam rotineiramente períodos de seca (Cavalcanti, Brito e Resende, 2005). Este fato tem sido associado à falta de um sistema de esgoto sanitário (ONU, 2017).

## Capítulo 2 : DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA

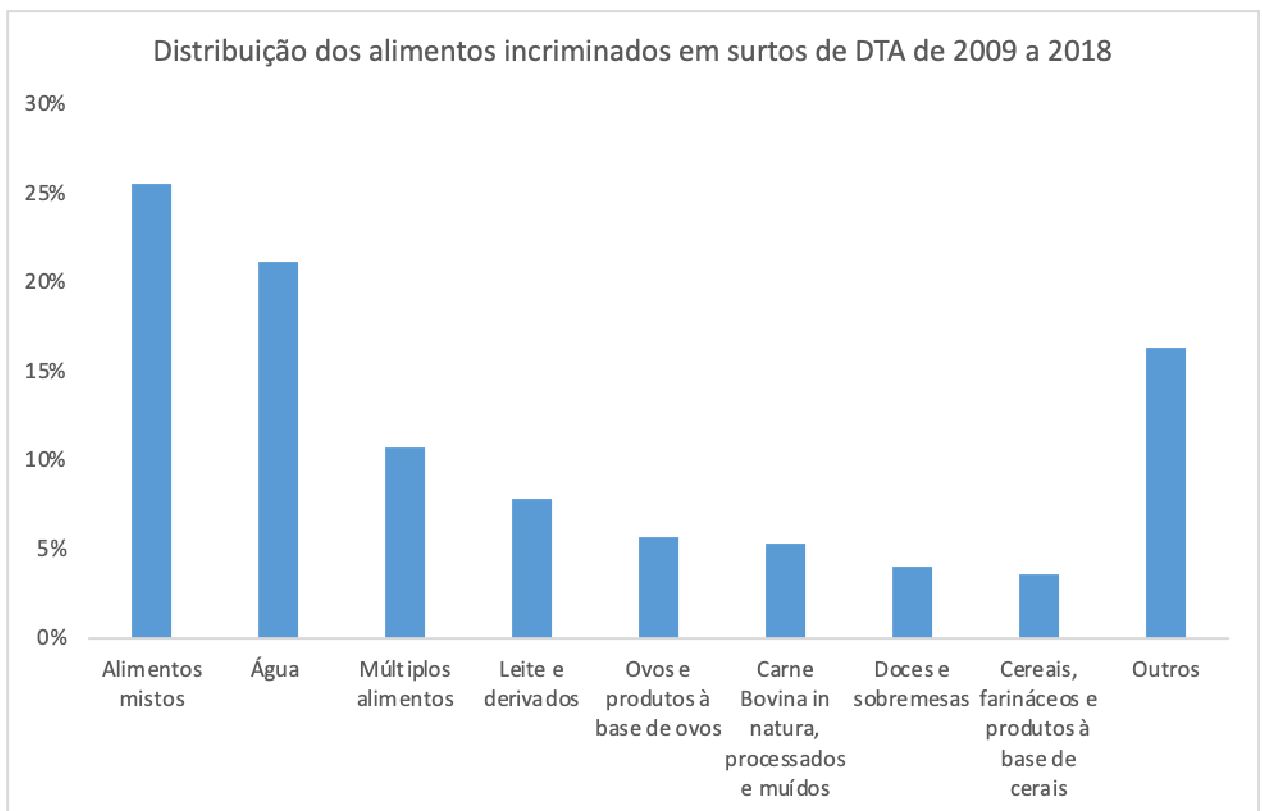
Segundo o Instituto Trata Brasil, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, formado por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país, os gastos em 2011 com casos de diarreia foram de R\$ 140 milhões, o que se torna um grande alerta para a questão sanitária, já que foi comprovado que pode ser economizado 4,3 dólares em saúde global por cada dólar investido em saneamento e água (WHO, 2014).

Segundo a Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DDTHA) e o Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE), as formas mais comuns de se adquirir doenças pela água são: a (i) ingestão de água contaminada, pelo contato de pele ou mucosas com água contaminada; (ii) por insetos que se desenvolvem na água; (iii) falta de rede de esgoto; e até mesmo (iv) pela falta de água, uma vez que a falta da água para higiene pessoal pode causar uma série de doenças como o tracoma, que ocorre pela não higienização adequada do rosto (SES/SP, 2009).

Dentre as doenças transmitidas pela água contaminada estão a hepatite A, gastroenterites, febre tifoide, cólera e leptospirose, sendo, a maioria das doenças hídricas causadas por infecções bacterianas e virais (WHO, 2015). Um outro exemplo de doença transmitida pela água é a poliomielite, que, apesar de ter sido erradicada no Brasil, ainda é endêmica em países como o Paquistão, Afeganistão e Nigéria (da Silva, 2014; Tavares, 2015). Casos de diarreias também são encontrados sendo causados pela ingestão de água e alimentos contaminados por virotipos de *E. coli* não comumente encontrados no intestino (Cabrera-Sosa e Ochoa, 2020). Ainda há também as doenças parasitárias de importância médica que promovem riscos em áreas que as barreiras sanitárias são inadequadas, como a giardíase, que pode causar diminuição de eritrócitos, e ancilostomose, que pode diminuir tanto os eritrócitos quanto os leucócitos circulantes e alterar o tecido intestinal, acarretando em perda na mucosa

do local (Dias *et al.*, 2013; Gil *et al.*, 2018); a amebíase, na qual as amebas se alojam no lúmen intestinal quando ingeridas, levando à inflamação no local; e a esquistossomose, que pode acarretar em uma doença crônica, podendo ir do estado leve (hepatointestinal) até a forma mais grave (hepatoesplênica) (Pearce e MacDonald, 2002; Santos e Soares, 2008; Souza *et al.*, 2011).

Segundo o Ministério da Saúde (MS), em 2018, das fontes suspeitas envolvidas em surtos, a água foi a mais incriminada, sendo associada a 29,9% dos casos, ficando em segundo lugar na distribuição dos alimentos incriminados em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA), de 2009 a 2018 (**Figura 1**). Tal informação indica que isso tem uma forte ligação com a água de abastecimento, já que as residências foram o local de ocorrência mais associado aos surtos de DTA chegando à 35,8% dos casos (MS, 2019).



**Figura 1.** Distribuição dos alimentos incriminados em surtos de DTA entre 2009 e 2018. Alterado de MS (2019).

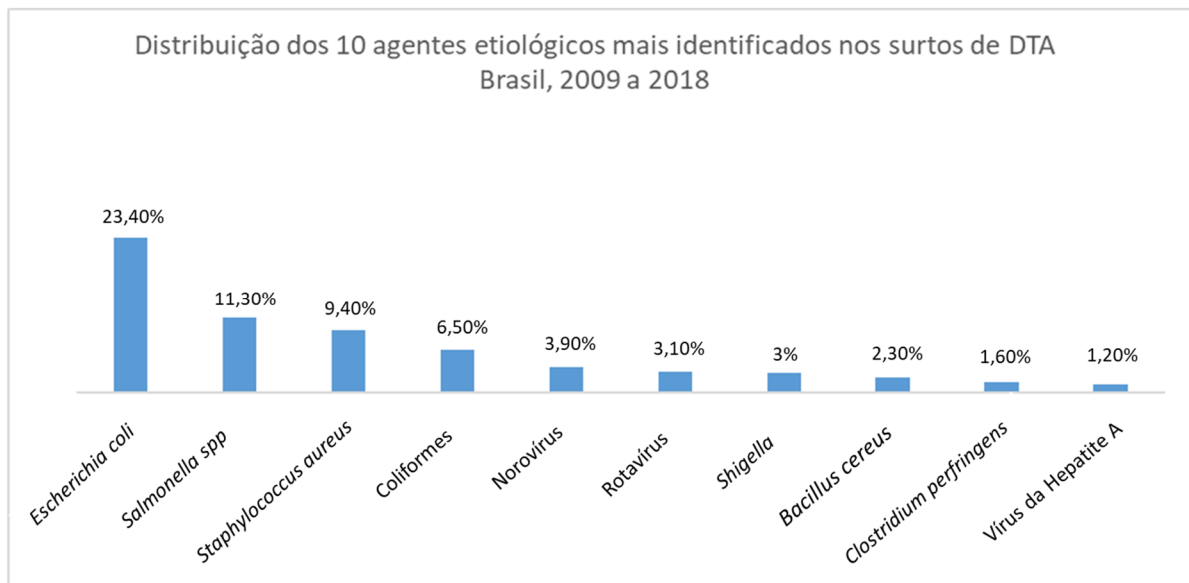
### Capítulo 3 : PATÓGENOS ASSOCIADOS À ÁGUA

Entre o período de 2009 a 2019 foram relatados 119 surtos relacionados à água em 31 estados dos EUA, dos quais 22% foram causados por norovírus, 22% por *E. coli* produtora de



toxina Shiga (STEC), 19% pelo *Cryptosporidium* spp., 16% por *Shigella* spp. e 13% não tiveram a etiologia confirmada. Uma revisão sobre surtos alimentares na Europa entre 1999 a 2014 mostrou que de 17 estudos, 10 deles tinham relação com doenças transmitidas por alimentos, água e zoonose, incluindo *Leptospira* spp., *Bacillus anthracis*, *Cryptosporidium hominis*, *E. coli*, *Campylobacter jejuni* e *Giardia lamblia*, norovírus e *Salmonella enterica* (Suk *et al.*, 2019; Esschert *et al.*, 2020).

Dados do MS no Brasil mostram que a maior proporção de agente etiológico identificado nos casos de DTAs, incluindo a água, durante o período de 2000 a 2017 foi de bactérias (92,2%), sendo seguido por vírus (6,0%), agentes químicos e outros (1,2%) e protozoários e helmintos (0,6%). Além disso, um estudo dos EUA mostrou a *E. coli* como segundo principal agente etiológico em casos de surtos em DTA no Brasil, divergindo do MS, que identificou a *E. coli* como o principal microrganismo identificado nos surtos de DTA de 2009 a 2018 (**Figura 2**) (MS, 2018; Draeger *et al.*, 2019; MS, 2019).



**Figura 2.** Distribuição dos 10 agentes etiológicos mais identificados nos surtos de DTA entre 2009 e 2018. Alterado de MS (2019).

### 3.1. Bactérias

Esse grupo é o principal causador de DTA notificadas no Brasil. Dentre ele, os principais causadores de doenças transmitidas pela água, são *Samonella* spp., *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella* spp., *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens* (MS, 2019; de Souza, 2019).

### 3.1.1. *Salmonella* spp.

É um microrganismo Gram-negativo, em forma de bacilo, não formador de esporos. Segundo os dados do MS, *Salmonella* spp. é o segundo maior agente causador de surtos de DTAs (**Figura 2**). A doença causada por essa bactéria, denominada salmonelose, é considerada uma das zoonoses que mais trazem problemas à saúde pública mundial, devido à sua capacidade de toxinfecção pela ingestão de alimentos (Fernandes *et al.*, 2018; da Silva *et al.*, 2019).

A salmonelose já foi responsável por 14,6% dos surtos no Brasil em 2017 e cerca de 1,35 milhões de infecções e 215.000 por ano no mundo todo em 2020 segundo o CDC (MS, 2019; CDC, 2020). A doença veiculada por alimento pode apresentar quadros como uma gastroenterite branda, podendo se tornar sistêmica e agravar, semelhante à forma grave da doença, que é a febre tifoide, caracterizada por febre alta, fraqueza, diarreia ou constipação, dor de cabeça, tosse e perda de apetite (CDC, 2020). Entre os principais alimentos envolvidos em surtos com esse microrganismo estão os ovos crus, produtos derivados de ovos, produtos cárneos e vegetais, além da água (Finger *et al.*, 2019).

### 3.1.2. *Escherichia coli*

São bastonetes Gram-negativos, anaeróbios facultativos, capazes de fermentar lactose com produção de ácido e gás (Paswan e Park, 2020). Pelo fato de colonizar o trato intestinal de humanos e animais de sangue quente, sua presença na água indica a possibilidade de presença de microrganismos patogênicos que também são encontrados no intestino. Desta forma o microrganismo é o principal indicador de contaminação fecal em água, alimentos e superfícies (Loconsole *et al.*, 2020).

Atualmente é considerado o principal causador de surtos de DTA no Brasil de 2009 a 2018, sendo responsável por 23,4% deles (**Figura 2**) (MS, 2019). São conhecidos sete grupos patogênicos de *E. coli*, denominados: enterotoxigênicos (ETEC), enteroinvasivos (EIEC), enteropatogênicos (EPEC) difusamente aderentes (DAEC), aderentes invasivos (AIEC), enteroagregativos (EAEC) e produtores de Shiga-toxina (STEC). É estimado que a STEC possa ter uma taxa de letalidade de 3-5% dos casos (Castro *et al.*, 2019). No mundo todo, anualmente, ocorrem mais de 220.000.000 de casos e mais de 50.000 mortes apenas por ETEC, principalmente em crianças com menos de 5 anos em países que estão em desenvolvimento (Buuck *et al.*, 2020).

As doenças causadas por *E. coli* podem variar de acordo com os grupos citados. Porém essas doenças possuem alguns sintomas em comum, como é o caso da diarreia aquosa em infecções causadas por EPEC, EAEC, ETEC, DAEC e AIEC, e diarreia sanguinolenta no caso de infecções com STEC e EIEC (Cabrera-Sosa e Ochoa, 2020). *E. coli* pode ser encontrado como um contaminante em diversos alimentos, como carne bovina, leite e produtor lácteos, vegetais, frutas e produtos derivados, e água (Ihum *et al.*, 2020; Panel *et al.*, 2020).

### **3.1.3. *Staphylococcus aureus***

É uma bactéria Gram-positiva, em forma de cocos, anaeróbica facultativa, não-móvel, além de apresentar as enzimas catalase e coagulase (Arifah, Effendi e Sektiari, 2020). Essa bactéria produz enterotoxinas que são capazes de interferir em algumas funções de receptores celulares, como, por exemplo, no funcionamento gastrointestinal. As enterotoxinas acabam acarretando um quadro gastrointestinal com início de duas a oito horas após a ingestão do alimento, levando a náuseas, dor abdominal, diarreia, vômito, e possível ocorrência de febre. Entretanto, a doença é autolimitada em pacientes saudáveis, havendo uma rápida recuperação (Hennekinne *et al.*, 2010).

Essa bactéria já foi responsável por causar 6,4% dos surtos de DTA no Brasil em um período de 18 anos. Em um estudo realizado no Brasil, esse microrganismo já foi encontrado em concentrações superiores ao limite exigido pelas legislações em 25,2% das amostras (Finger *et al.*, 2019; Santos, 2019; Santos *et al.*, 2020).

Uma série de infecções pode ser causada por esse microrganismo, como por exemplo, bacteriemia, endocardite infecciosa, infecções da pele, tecidos moles, ossos e articulações, pneumonia, meningite, síndrome do choque tóxico e infecções do trato urinário (Ngoi *et al.*, 2020). A aquisição de doenças causadas por essa bactéria pode ocorrer pela ingestão de alimentos, como carnes de porco, vaca, cordeiro, frango, coelho e peru, além de produtos lácteos, como leite e queijo, e água (Ramessar e Olaniran, 2019; da Silva, Rodrigues e Silva, 2020).

### **3.1.4. *Shigella spp.***

Essa bactéria é um bastonete Gram-negativo, sem motidade e não formadora de esporos, a qual é considerada um importante patógeno de origem hídrica e alimentar. Sendo um dos principais microrganismos causadores de diarreias, visto que entre 5 e 15% das diarreias no

mundo são causadas por infecções desse microrganismo (Ranjbar e Farahani, 2019; Nisa *et al.*, 2020). Esse microrganismo já foi considerado globalmente o segundo maior causador de mortes por diarreia em 2016, sendo responsável por cerca de 212.438 mortes em grupos de todas as faixas etárias (Khalil *et al.*, 2018; Shad e Shad, 2020).

A infecção aguda por essa bactéria é denominada shigelose, uma doença que engloba sintomas de diarreia com sangue, além de poder causar sintomas mais leves, como dor abdominal, cólicas, febre, vômitos, tenesmo, até sintomas mais alarmantes, como convulsões, desequilíbrio eletrolítico, reações leucemóides, perfuração intestinal, síndrome do megacólon tóxico, artralgia, prolapso retal e síndrome hemolítico-urêmica com risco de vida (Shad e Shad, 2020). A transmissão desse microrganismo acontece pela ingestão de alimentos contaminados, como frutas frescas (melancia), vegetais frescos e crus (alface, alface americana, salsa e manjeriço), ostra crua e fresca, leite e queijo doméstico, e água (Shahin *et al.*, 2019).

### **3.1.5. *Bacillus cereus***

É um bastonete Gram-positivo, aeróbio facultativo e formador de endósporos (Xaplanteri *et al.*, 2019). Esse microrganismo já foi identificado como o principal agente etiológico em surtos de DTA no Sul do Brasil, sendo responsável por 32,2% durante os anos de 2003 e 2013. Além disso, ele já foi a causa de 5,3% de surtos correlacionados a DTA de 2000 a 2018 no Brasil (Finger *et al.*, 2019). Porém, sua taxa de mortalidade é baixa comparado aos outros microrganismos como relatado no estudo de Lentz e colaboradores (2018) que identificou esse microrganismo como o maior causador de surtos de intoxicação alimentar no sul do Brasil, sendo responsável por apenas 0,05% das mortes por DTA (Lentz *et al.*, 2018).

A doença transmitida por alimento causada por *B. cereus* em geral é autolimitada causando náuseas, vômitos e diarreia graves, porém também já foram relatados quadros graves e mortes. Existem 2 doenças distintas de origem alimentar que podem ser ocasionadas a partir de toxinas liberadas por esse microrganismo: a doença diarréica e a doença emética. A primeira é caracterizada pela presença da diarreia aquosa ou profusa, com o início de 6 a 15 horas, e por cólicas abdominais. Já a doença emética apresenta náuseas, vômito e cólicas abdominais com um início de 30 minutos a 6 horas (Nguyen e Tallent, 2019).

Sua via de transmissão alimentar ocorre por ingestão de alimentos desidratados, visto que a capacidade de esporulação desse microrganismo acaba facilitando sua entrada na cadeia alimentar dos seres vivos devido à sua persistência no meio ambiente. Dentre os alimentos mais suscetíveis a serem contaminados, estão: arroz, salsichas, laticínios, como leite cru,

pasteurizado e desidratado, e iogurte, queijos, vegetais crus, cereais prontos para comer e farinhas e água (Jeffree, 2016; Lentz *et al.*, 2018; Chica *et al.*, 2020).

### **3.1.6. *Clostridium perfringens***

É uma bactéria estritamente anaeróbica, Gram-positiva, que possui forma de bastonete e capacidade de formar esporos (Souza, 2017). Esse microrganismo produz uma ampla variedade de toxinas sendo associados a doenças diarreicas de origem alimentar e não-alimentar em humanos. Ele é considerado o segundo maior patógeno alimentar no Reino Unido e nos EUA (Kiu *et al.*, 2019). No Brasil, ele já foi responsável por causar 2,3% dos casos de DTA durante os anos de 2000 a 2018 (Finger *et al.*, 2019; Fourie *et al.*, 2020).

Intoxicação alimentar, síndromes gastrointestinais e enterotoxemia, gangrena gasosa e infecções histotóxicas são doenças causadas pelo *C. perfringens* (Valeriani *et al.*, 2020). Com exceção das intoxicações alimentares, a maioria das doenças citadas anteriormente possui a mesma característica de um desfecho fatal, como por exemplo a gangrena gasosa, uma infecção dos tecidos moles com risco de vida, descrita como uma necrose muscular de progressão rápida com produção de gás dentro do tecido (Preseau *et al.*, 2020). Dentre os alimentos que podem apresentar contaminação com esse microrganismos estão as carnes bovinas, de frango, de porco e água (Jang *et al.*, 2020; Xiu *et al.*, 2020).

## **3.2. Vírus**

Doenças virais tem sido relatada em todos os tipos de água, assim como relacionadas com surtos. Dentre os principais surtos envolvidos com DTA e doenças gastrointestinais no Brasil, destacam-se os causados por norovírus, rotavírus e o vírus da hepatite A (Kitajima, Sassi e Torrey, 2018; MS, 2019; Miagostovich *et al.*, 2020).

### **3.2.1. Norovírus**

São vírus não-envelopados que apresentam como material genético uma fita simples de ácido ribonucleico (RNA) sentido positivo (Costa *et al.*, 2019). O norovírus é o vírus mais comumente relatado em infecções relacionadas à veiculação hídrica em todo o mundo. Em alguns países na Europa, como a Noruega, esse vírus acaba sendo uma das principais causas de doenças gastrointestinais associado a fontes de água (Mohammed e Seidu, 2019). No Brasil,

esse vírus tem sido encontrado em surtos de DTA como o principal agente etiológico viral, sendo responsável por 25% deles. Estima-se que anualmente ocorram cerca de 200.000 mortes relacionadas ao norovírus em crianças com menos de 5 anos em países menos desenvolvidos (MS, 2019; Miagostovich *et al.*, 2020; Ebenezer *et al.*, 2021).

A ingestão de alimentos contaminados com o vírus pode causar gastroenterite. O quadro dessa doença normalmente apresenta vômito e diarreia em crianças e apenas diarreia em adultos, porém pelo fato da doença ser autolimitada, os pacientes acabam possuindo uma recuperação rápida de 2 a 3 dias (Zhou *et al.*, 2019). Entretanto em alguns casos essa doença pode se agravar e levar a desidratação e à morte (Bhar e Jones, 2019). Sua transmissão se deve por alimentos crus ou mal cozidos contaminados, como mexilhões, vegetais, frutas, e por alimentos contaminados por pessoas infectadas durante o processamento, preparação de alimentos e água (Masciopinto *et al.*, 2019; Krumova-Valcheva *et al.*, 2020).

### **3.2.2. Rotavírus**

É um vírus encapsulado que possui um genoma de RNA de fita dupla. Esse microrganismo é resistente a diferentes tratamentos de águas residuais na França, no Brasil e no Irã, mostrando a necessidade de melhoramentos no processo de tratamento desses países. Dessa forma, as águas encanadas têm se tornado cada vez mais uma preocupação para as autoridades sanitárias e, por isso, cuidados adequados com esse recurso são necessários (Kittigul e Pombubpa, 2020).

Segundo estimativas, o rotavírus é responsável por cerca de 39% dos casos de diarreia em crianças menores de 5 anos em hospitais no mundo, além de causar 200.000 mortes mundiais por ano, sendo considerado como a principal causa de gastroenterite em adultos e de diarreia em crianças (Kittigul e Pombubpa, 2020). Entretanto, com a implementação da vacina no Brasil, as taxas de mortalidade por diarreia diminuíram em média 9,8% do valor total durante os anos de 2006 a 2018 (Shoaib *et al.*, 2019; Jesus *et al.*, 2020).

O rotavírus é a causa mais importante de gastroenterite aguda entre crianças menores que 5 anos, sendo o seu principal sintoma a diarreia (Athiyah *et al.*, 2019). Além da diarreia, outros sintomas são apresentados em um indivíduo contaminado com rotavírus, como vômitos e desidratação (Li *et al.*, 2019). Os alimentos que normalmente são associados com contaminações desse microrganismo são alimentos crus, como carne crua ou mal cozida, vegetais e água (Naqvi *et al.*, 2020; Silva-Sales *et al.*, 2020).

### 3.2.3. Vírus da hepatite A

O vírus da hepatite A é um vírus de RNA, não-envelopado, com fita simples no sentido positivo. Ele possui sete genótipos, sendo quatro deles capazes de infectarem humanos e dentre esses, os genótipos 1 e 2 são transmitidos pela água e por alimentos contaminados (Barros, 2019; de Araújo *et al.*, 2020).

Esse vírus pode ser encontrado em todo o mundo e é endêmico no Brasil. Sua doença é denominada hepatite A, sendo uma doença auto-limitante, de caráter infeccioso com epidemiologia diferente dependendo da idade de exposição e imunização do paciente (Júnior *et al.*, 2019; de Araújo *et al.*, 2020). Esse microrganismo é capaz de causar cerca de 100.000 mortes anualmente no mundo e milhares de casos de infecção aguda (de Araújo *et al.*, 2020).

Normalmente, crianças menores de 6 anos que acabam contraindo o vírus possuem infecções assintomáticas. Em crianças mais velhas, adolescentes e adultos, a maioria das infecções leva a hepatite aguda clinicamente evidente, juntamente com icterícia em 70% dos casos. Além disso, a doença com sintomas prolongada ou recorrente pode ocorrer em até 20% das pessoas sintomáticas (Andani *et al.*, 2020). Essas doenças normalmente são transmitidas por frutos do mar, como ostras e mariscos, e água contaminada (Nathaly e Dayanara, 2018; Villicaña *et al.*, 2019).

### 3.3. Protozoários

Dentre esse grupo de microrganismos, os principais protozoários associados com diarreias em crianças e que possuem um aumento de casos de surtos no Brasil são os *Giardia duodenalis* e *Cryptosporidium* spp. Além deles, outro microrganismo que tem sido encontrado como causador de surtos no Brasil é o *Toxoplasma gondii*, visto que o território brasileiro é uma região que possui alta prevalência desse microrganismo em pessoas, principalmente quando comparado aos EUA. Além disso, esse é um dos parasitas que mais causaram surto em países latino-americanos (Dubey *et al.*, 2012; Galvani *et al.*, 2019; Rohloff *et al.*, 2019).

#### 3.3.1. *Giardia* spp.

É um protozoário flagelado, que possui a capacidade de se fixar à mucosa do intestino delgado em hospedeiros infectados (Abreu, 2019). Esse protozoário causa uma doença denominada giardíase, que é transmitida principalmente pela falta de tratamento de esgoto e de

dejetos das atividades pecuárias intensivas. Essa doença ocorre tanto em crianças quanto em adultos e causa uma diarreia aguda (Rohloff *et al.*, 2019).

Ele tem sido um dos principais agentes etiológicos sendo responsável por 40% dos surtos de protozoários associados à água no mundo entre 1954 e 2016. No Brasil, devido a contaminações por esgoto bruto e parcialmente tratado em corpos d'água, esse microrganismo pode ser encontrado em altos níveis em águas de tratamento, até mesmo em locais que possuem a economia elevada (Breternitz, *et al.*, 2020; Nakada, Santos e Guimarães, 2020).

A giardíase é uma doença diarreica transmitida por alimentos contaminados com o protozoário. A doença apresentar quadros agudos significativos e posteriormente levar a complicações após a infecção, dentre elas os distúrbios gastrointestinais funcionais pós-infecciosos, como a síndrome do intestino irritável. Vegetais frescos (brotos e ervas), frutas e água podem ser uma fonte de transmissão do microrganismo. Além deles, moluscos, incluindo ostras, também têm sido propostos como fontes de transmissão da giardíase (Buret *et al.*, 2020).

### **3.3.2. *Cryptosporidium* spp.**

São microrganismos unicelulares ubíquos pertencentes ao filo Apicomplexa (Jossé *et al.*, 2019). Esse protozoário é capaz de causar uma infecção atingindo as células epiteliais gastrointestinais, células da vesícula biliar e respiratórias, não somente dos seres humanos como também em animais. O *Cryptosporidium* causa uma doença denominada criptosporidiose (Rohloff *et al.*, 2019).

No Brasil, esse protozoário pode ser encontrado em água tratada com cloro, indicando a necessidade de um maior cuidado e controle com relação ao tratamento dela (Rohloff *et al.*, 2019). Um total de 178 surtos já foram relatados na Inglaterra e no País de Gales entre os anos de 2009 e 2017 (Chalmers *et al.*, 2019). Em 2016, o *Cryptosporidium* foi responsável por 57.200 mortes na Nigéria (Khalil *et al.*, 2018).

A criptosporidiose causa infecção intestinal tanto em humanos quanto animais, podendo variar em diarreia leve a grave em pessoas imunocomprometidas, principalmente em pacientes que estão com o vírus da imunodeficiência humana (*Human Immunodeficiency Virus* - HIV) em pacientes que receberam medicamentos imunossupressores. A transmissão desse protozoário ocorre devido à ingestão de alimentos, como vegetais, frutas e água contaminada (Pumipuntu e Piratae, 2018; Javanmard *et al.*, 2020).



### 3.3.3. *Toxoplasma gondii*

É um protozoário unicelular obrigatório que utiliza felinos como hospedeiro definitivo. Esse protozoário possuem uma gama de hospedeiros intermediários, sendo o ser humano um deles, que é capaz de suportar a forma de cisto tecidual taquizoíta e bradizoíta assexuado (Zhao e Ewald, 2020).

No Brasil podem ser encontrados casos de toxoplasmose aguda em surtos de DTAs, mostrando a necessidade de melhoria no controle de qualidade de alimentos. No Rio de Janeiro, a doença causada por esse microrganismo é endêmica em populações que possuem falta de acesso a água tratada e de baixa renda (de Souza, 2019; Galvani *et al.*, 2019).

Nos EUA, em 2006, infecções por *T. gondii* foram capazes de causar aproximadamente 327 mortes (Ben-Harari e Conolly, 2019). Um estudo realizado na Tanzânia entre 2006 e 2015 revelou um total de 188 mortes por essa doença causada por esse microrganismo (Mboera *et al.*, 2019).

A infecção causada por esse protozoário é assintomática em pessoas que não possuem algum problema com o sistema imunológico. Entretanto, essa infecção também pode levar à encefalite e doença sistêmica em pessoas imunossuprimidas, além de causar doenças oculares em pessoas que possuem ou não algum tipo de imunossupressão, podendo causar lesões (Jones *et al.*, 2017). Sua transmissão para o ser humano pode ocorrer pela ingestão de carne crua e de vegetais e água (Belluco *et al.*, 2017; Galvani *et al.*, 2019).

## 3.4. Fungos

Os fungos têm ganhado relevância recentemente, mas ainda são pouco compreendidos em sistemas de água. Não há muitos relatos de grandes surtos de fungos relacionados à água no Brasil, porém existem associações a indivíduos hospitalizados com fungos encontrados em água de torneiras e chuveiros (Arroyo *et al.*, 2019).

Algumas pesquisas revelam que os fungos que mais se destacam como contaminantes em águas são *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (Oliveira *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018).

### 3.4.1. *Aspergillus* spp.

É o segundo agente etiológico fúngico mais frequente em infecções nosocomiais, tendendo a ocorrer com pacientes imunocomprometidos, podendo haver uma taxa de mortalidade entre 40-50% em pacientes com leucemia aguda e receptores de transplante de células-tronco hematopoéticas (Oliveira *et al.*, 2016; Latgé e Chamilos, 2019). Esse microrganismo já foi detectado em água potável, o que sugere que a água possa ser utilizada como fonte de transmissão (Ma e Bibby, 2017).

Uma forma de um indivíduo contrair uma infecção de *Aspergillus* spp. é pelo trato gastrointestinal, que é considerado o segundo local mais comum de invasão de aspergilose. Essa infecção é considerada rara e geralmente ocorre com pacientes imunocomprometidos, sendo contraída pela ingestão de alimentos contaminados, podendo gerar a perda de integridade da barreira mucosa (Yelika, Tumati e Denoya, 2020). A maioria da ocorrência desse microrganismo em alimentos são em grãos como arroz, amendoim, ervilha e feijão (Shen *et al.*, 2018; dos Santos-Ciscon *et al.*, 2019; Gu, Wang e Wang, 2019; Kunz *et al.*, 2021).

### 3.4.2. *Penicillium* spp.

É conhecido que esse fungo possui elevada adaptação a ambientes aquáticos, além de capacidade de sobrevivência em águas tratadas, além de ser relatado como predominante no sistema hídrico. Em pacientes com o sistema imunológico comprometido, devido às doenças como SIDA (síndrome da imunodeficiência adquirida) e em tratamentos de câncer, esse fungo possui uma alta capacidade de morbidade (Gonçalves *et al.*, 2018; Arroyo *et al.*, 2019).

Um estudo realizado em 2011 no Brasil revelou que o gênero *Penicillium* spp. era o mais prevalente em contaminações de água mineral, sendo responsável por 31,2% delas (Pontara *et al.*, 2011).

A contaminação desse fungo pode se dar por inalação, ingestão ou contato com a pele, sendo denominada de peniciliose. A ingestão por alimentos contaminados com esse microrganismo acaba levando o indivíduo a ter uma intoxicação alimentar devido a produção de toxinas desse fungo, causando alterações hepáticas, renais, circulatórias, no sistema nervoso e no trato digestivo (Vecchia e Castilhos-Fortes, 2007; Zainudin *et al.*, 2018; Malekinejad e Fink-Gremmels, 2020). Além disso, essas espécies de fungos também são conhecidas pela sua capacidade de invadir *commodities* alimentares na fase pós-colheita, podendo ser encontrado em aveia, trigo, cevada e milho e água (Ferreira, 2018; Malekinejad e Fink-Gremmels, 2020).

## Capítulo 4 : MICRORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE NA ÁGUA

Pelo fato de existirem muitos patógenos que podem ser transmitidos pela água, a identificação de todos esses microrganismos se tornaria trabalhosa e custosa. Dessa maneira, a utilização de microrganismos indicadores é uma etapa fundamental para avaliação da qualidade microbiológica da água (Motlagh e Yang, 2019).

Os principais requisitos para um microrganismo ser considerado um indicador ideal de contaminação são: (i) deve estar amplamente presente nas fezes de humanos e outros mamíferos de sangue quente; (ii) deve ser facilmente detectado por métodos simples; (iii) não deve crescer na água natural, no ambiente ou em sistemas de distribuição de água; (iv) deve estar presente no corpo de água de interesse; (v) o grau em que é removido pelo tratamento de água deve ser comparável a outros patógenos de interesse; e (vi) devem ser mais resistentes a desinfetantes do que os patógenos (Stelma, 2018; Wen *et al.*, 2020).

Com o intuito de distinguir as funções dos microrganismos indicadores, eles foram separados em três grupos: (i) indicadores microbiológicos de processo, (ii) indicadores fecais e (iii) os organismos de índice e modelo. Os microrganismos dentro do grupo de indicadores de processos são utilizados para demonstrar a eficácia de um processo, como por exemplo processos de desinfecção da água. Os microrganismos utilizados como indicadores fecais indicam a contaminação fecal no local analisado, podendo inferir que algum patógeno está presente. Já os organismos índice e modelo englobam um grupo de espécies indicativas da presença e do comportamento patogênico (Figueras e Borrego, 2010).

Os indicadores microbiológicos considerados como clássicos e normalmente utilizados para avaliação da contaminação fecal em água são: os coliformes totais, *E. coli* e enterococos (Saeidi *et al.*, 2018). Além desses microrganismos, também há outros indicadores alternativos que vem sendo utilizados como parâmetros microbiológicos, entre eles destacam-se: clostridio redutores de sulfito, bifidobactérias, colifagos, bactérias heterotróficas, *Pseudomonas aeruginosa* (Hussain, 2019).

O **Quadro 1** destaca os principais indicadores e seu limite de detecção em sistemas de água de acordo com cada país e organização responsável (Wen *et al.*, 2020).

### 4.1. Coliformes totais e termotolerantes

São bactérias Gram-negativas em forma de bastonete, são anaeróbios facultativos, não possuem a presença da enzima oxidase, não são formadores de esporos e produzem gás a partir

da fermentação da lactose. Dentro do grupo de coliformes totais, há os coliformes termotolerantes que são capazes de fermentar a lactose à 44,5 °C em 24-48 horas (Udyavara, Thangavel e Venugopal, 2019; Kang *et al.*, 2020).

A utilização desses microrganismos como indicadores microbiológicos possuem vantagens como ser um indicador de uma possível contaminação por esgoto, estar presente no intestino de animais de sangue quente e humanos, e ser de fácil detecção e enumeração. No caso dos coliformes termotolerantes, eles são capazes de indicar a presença de outros microrganismos patogênicos e são melhores indicadores de contaminação fecal (Osman *et al.*, 2019; Metz, Sheehan e Feng, 2020; Waideman *et al.*, 2020).

Entretanto, o grupo dos coliformes totais apresenta como desvantagem o fato de não possuir origem fecal exclusiva, por serem encontrados no ambiente, assim como alguns coliformes termotolerantes ambientais de vida livre que já foram relatados (Rodrigues e Cunha, 2017; Khan e Gupta, 2020).

**Quadro 1.** Comparação de indicadores microbianos dos principais padrões de qualidade selecionados para água potável (Alterado de Wen *et al.*, 2020).

<b>País ou Organização</b>	<b>Indicador microbiológico</b>	<b>Limite exigido</b>
<b>China</b>	Coliformes totais	Ausência (NMP/100 mL ou UFC/100 mL)
	Coliformes termotolerantes	Ausência
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência
	Bactéria de contagem de placa	100 UFC/mL
	Cistos de Giardia	< 1 cisto /10 L
	<i>Cryptosporidium</i> spp.	< 1 cisto/10 L
<b>WHO</b>	Coliformes totais	Ausência /100 mL
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência
	Coliformes termotolerantes	Ausência
	Enterococos intestinal	Ausência
	Colifagos	Ausência
	Vírus entérico	Ausência
<b>União Européia</b>	Bactéria de contagem de placa (22 °C)	100 UFC/mL
	Bactéria de contagem de placa (37 °C)	20 UFC/mL
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 250 mL
	<i>Enterococcus</i> spp.	Ausência em 250 mL
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausência em 250 mL
	<i>Clostridium perfringens</i>	Ausência em 250 mL
<b>US EPA (United States Environmental Protection Agency)</b>	Coliformes fecais e <i>E. coli</i>	Ausência
	Coliformes totais	Ausência
	<i>Cryptosporidium</i>	Ausência
	Vírus entérico	Ausência
	<i>Giardia lamblia</i>	Ausência

**Quadro 1.** Comparação de indicadores microbianos dos principais padrões de qualidade selecionados para água potável (continuação) (Alterado de Wen *et al.*, 2020).

<b>País ou Organização</b>	<b>Indicador microbiológico</b>	<b>Limite exigido</b>
<b>Japão</b>	Bactérias comuns	< 100 UFC/mL
	Coliformes	Ausência
<b>Singapura</b>	Coliformes totais	Ausência /100 mL
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência
	Coliformes termotolerantes	Ausência
	Enterococos intestinal	Ausência
	Colifagos	Ausência
	Vírus entérico	Ausência
<b>Reino Unido</b>	<i>Enterococcus</i> spp.	Ausência em torneira
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em torneira
	Coliformes	Ausência em reservatório ou planta de água
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em reservatório ou planta de água
<b>França</b>	Bactéria de contagem de placa (22 °C)	< 100 UFC/mL (72 h)
	Bactéria de contagem de placa (37 °C)	< 10 UFC/mL (24 h)
	Coliformes totais	Ausência /100 mL
	Coliformes termotolerantes	Ausência /100 mL
	<i>Streptococcus faecalis</i>	Ausência /100 mL
	<i>Salmonella</i> spp.	Ausência /5 L
	Fagos fecais	Ausência /50 mL
Vírus entérico	Ausência /10 L	
<b>Alemanha</b>	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL para água encanada 100 UFC/mL para água tratada

**Quadro 1.** Comparação de indicadores microbianos dos principais padrões de qualidade selecionados para água potável (continuação 2) (Alterado de Wen *et al.*, 2020).

<b>País ou Organização</b>	<b>Indicador microbiológico</b>	<b>Limite exigido</b>
<b>Rússia</b>	Bactéria de contagem de placa	100 UFC/mL
	Coliformes totais	3 UFC/1000 mL
	Microrganismo patogênico	Ausência /50 mL
	<i>Escherichia coli</i>	Ausência /100 mL
	<i>Enterococcus spp.</i>	Ausência /100 mL
	Coliformes termotolerantes	Ausência /100 mL
	Fago em bastão	Ausência /100 mL
	Esporos de <i>Clostridium</i>	Ausência /20 mL
<b>Austrália</b>	<i>Escherichia coli</i>	Ausência /100 mL
	Coliformes totais	Ausência /100 mL

NMP: Numero Mais Provável; UFC: Unidade formadora de colônia; mL: mililitros

## 4.2. Enterococos

São bactérias Gram-positivas e anaeróbios facultativos, que possuem a forma de cocos em pares ou em cadeias curtas, além de serem não-formadores de esporos que não possuem a presença das enzimas catalase e oxidase e crescem em temperaturas entre 10 °C e 45 °C em NaCl 6,5% a pH 9,6 (Byappanahalli *et al.*, 2012; Braïek e Smaoui, 2019).

Como vantagens, esses microrganismos são encontrados no trato gastrointestinal de humanos e animais, possuem tolerância a diversos antibióticos e são persistentes a agentes químicos, possuem sobrevivência a longo prazo no ambiente aquático e são capazes de sobreviver a uma gama de condições ambientais, como extremos de temperatura e de concentração de sal (Rodrigues e Cunha, 2017; Das *et al.*, 2019; Ayyash *et al.*, 2020). Todavia, os enterococos também não possuem somente origem fecal e podem crescer em ambiente extra-intestinal (Tiwari, Kauppinen e Pitkänen, 2019; Waideman, *et al.*, 2020).

## 4.3. Clostrídios redutores de sulfeto

São bactérias Gram-positivas em forma de bastonetes, anaeróbias, com presença de flagelos, formadoras de esporos e capazes de reduzir sulfeto a sulfetos (Hokajärvi *et al.*, 2018; Stella e Ifeanyi, 2018; Fedorov *et al.*, 2019).

Possuem vantagens como indicadores microbiológicos por seus esporos serem resistentes durante o processo de desinfecção, possuem capacidade de sobrevivência em diferentes ambientes, podem indicar a presença de outros patógenos, como oocistos de *Cryptosporidium*, além de serem encontrados no intestino e nas fezes de animais e humanos (Stelma, 2018; Anwar, Regan e Linden, 2019). Entretanto, eles possuem métodos analíticos um pouco mais complexos do que os métodos coliformes e também pode estar presente quando não há contaminação fecal por serem amplamente distribuídos no ambiente terrestre (Fedorov *et al.*, 2019; Yasmin *et al.*, 2020).

## 4.4. Bifidobactérias

São bastonetes curtos Gram-positivos em forma de “V” ou “Y”, anaeróbios obrigatórios, não formadores de esporos e não-móveis. Além disso, na sua maioria possuem a presença da enzima catalase, com exceção de algumas espécies, como *Bifidobacterium asteroides* (Ladero e Sánchez, 2017; Takiguchi *et al.*, 2020).



Essas bactérias possuem vantagens como serem consideradas um indicador de poluição fecal recente; estarem presentes no intestino de animais e humanos; possuírem capacidade de distinguir a origem da poluição fecal, devido à sua distribuição de espécies ser diferente para seres humanos e animais; e apresentarem resistência a fatores ambientais, como temperatura e radiação solar (Rodrigues e Cunha, 2017; Wong *et al.*, 2018; Zheng e Shen, 2018; Sarmiento-Rubiano *et al.*, 2019). Porém como desvantagens, algumas espécies também são encontradas no meio ambiente, sobrevivem em um curto período de tempo fora do hospedeiro e não são microrganismos facilmente cultiváveis (Sarmiento-Rubiano *et al.*, 2019).

#### **4.5. Bacteriófagos**

São vírus que infectam bactérias e que possuem especificidade de infecção de um hospedeiro, sendo utilizado como um indicador microbiológico alternativo da qualidade da água. Dentre esses microrganismos, há três grupos mais utilizados e aceitos, sendo eles os colifagos somáticos, colifagos F-RNA e fagos de bacteroides. Os colifagos somáticos são fagos com genomas de DNA de fita simples ou dupla capazes de infectar coliformes como hospedeiros específicos, que por sua vez podem infectar o trato gastrointestinal de animais de sangue quente (Motlagh e Yang, 2019). Os colifagos F-RNA possuem RNA de fita simples como material genético e infectam células de *E. coli* que possuem pili F (Lee, Suwa e Shigemura, 2019). Já os colifagos de bacteroides são fagos que infectam *Bacteroides fragilis* e possuem genoma de DNA de fita dupla (Motlagh e Yang, 2019).

Como vantagens, esses microrganismos são considerados indicadores de poluição fecal, da presença de outros microrganismos, como a *E. coli*, indicam de forma eficaz a presença de outros vírus entéricos e possui resistência a processos de desinfecção (Wen *et al.*, 2020). Não obstante, devido aos seus hospedeiros, alguns desses bacteriófagos só sobrevivem e se reproduzem em anaerobiose com necessidades nutricionais específicas no trato gastrointestinal, além de não possuir origem humana exclusiva e ser capaz de se replicar na água (Vandegrift *et al.*, 2019).

#### **4.6. Bactérias heterotróficas**

Esse grupo de bactérias é composto com Gram-positivas e Gram-negativas que utilizam a matéria orgânica como principal fonte de carbono e crescem em 35 °C (Antunes, Ballarini e Sand, 2019; Huo *et al.*, 2020).

Elas podem indicar a presença de microrganismos patogênicos, são indicadores de efetividade do tratamento e desinfecção e são correlacionadas com a contaminação por matéria orgânica (Shakoor *et al.*, 2018; Ene, Vasile e Bahrim, 2020; Waideman *et al.*, 2020). Porém, como desvantagens, essas bactérias não são correlacionadas com a contaminação fecal e podem interferir no crescimento de outros microrganismos, como coliformes (Waideman, *et al.*, 2020).

#### **4.7. *Pseudomonas aeruginosa***

São bactérias Gram-negativas em forma de bacilos, motilidade baseada no flagelo polar, anaeróbias facultativas e que não realizam a fermentação (Soares, 2018; Saran *et al.*, 2019).

Elas possuem vantagens como uma correlação com outros microrganismos indicadores fecais, como *E. coli* e enterococos intestinais, possuem resistência a antibióticos e desinfetantes e são correlacionados com alguns patógenos não-fecais (Torrens *et al.*, 2019; Januário *et al.*, 2020). Entretanto são consideradas patógenos não-entéricos e também são encontrados disseminadas no meio ambiente (Wei *et al.*, 2020).

#### **4.8. Leveduras**

São organismos unicelulares indicadores de matéria orgânica, não-móveis, na sua maioria, saprófitos e, alguns, parasitas oportunistas (Souto *et al.*, 2015; Monpathi, Bezuidenhout e Rhode, 2020).

Elas são associadas a ambientes aquáticos com fontes de poluição de origem humana ou animal, possuem correlação com bactérias indicadoras fecais, e são de fácil cultivo, além de algumas espécies possuírem resistência a antifúngicos, como *Candida haemulonii* (Maciel *et al.*, 2019; Milanezi, Witusk e Sand, 2019; Monpathi, Bezuidenhout e Rhode, 2020). Porém, como desvantagem, a maioria desses microrganismos não possui origem fecal e é considerada amplamente distribuída no ambiente (Maciel *et al.*, 2019; Boonmak, Khunnamwong e Limtong, 2020).

## Capítulo 5 : LEGISLAÇÃO QUANTO À QUALIDADE DA ÁGUA

Atualmente a qualidade da água é monitorada utilizando diferentes metodologias, que podem ser divididas em métodos biológicos e físico-químicos. Estas metodologias mundialmente utilizadas englobam um grande conjunto de técnicas, cada uma delas avaliando distintos parâmetros, que são correlacionados com partículas, substâncias ou microrganismos que possam de algum modo, ou a partir de uma determinada concentração, representar risco à saúde do consumidor.

Muitas destas análises são incluídas em leis que são utilizadas como ferramentas de validação da segurança e qualidade da água. Com o objetivo de estabelecer um padrão de abastecimento e garantir a qualidade da água no Brasil, um conjunto de leis e comissões foram criadas.

A Lei nº 9.433, também conhecida como “Lei das águas”, foi criada em 8 de janeiro de 1997. Essa lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) para a gestão dos recursos hídricos que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A SINGREH tem como objetivos principais coordenar a gestão integrada das águas, promover a cobrança pelo uso da água, planejar, regular e controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d’água e arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos (MPF, 1997).

Desse modo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 393/2007 e considerando o artigo 9º, inciso I, da Lei no 9.433, define as separações entre águas doces, salobras e salinas. As águas podem ser consideradas doces quando possuem salinidade igual ou inferior a 0,5 parte por mil, salinas ou salgada quando possui salinidade igual ou superior a 30 partes por mil, e salobras quando possui salinidade superior a 0,5 parte por mil e inferior a 30 partes por mil. Além disso, águas subterrâneas são aquelas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo e águas superficiais são aquelas que se acumulam na superfície (CONAMA, 2007).

No Brasil, a água é caracterizada legalmente segundo o seu uso proposto. De acordo com a Resolução nº 393/2007, as águas apresentam utilizações que podem ser divididas em abastecimento, aquicultura, recreação e navegação. As águas utilizadas para o abastecimento para consumo humano estão dentro das classes especiais, 1, 2 e 3 de águas doces e classe 1 de águas salobras. As águas utilizadas para aquicultura se encontram nas classes especiais, 1, 2 e 3 de águas doces e classes especiais, 1 e 2 de águas salinas e salobras. As águas utilizadas em recreação podem ser encontradas nas classes, 1, 2 e 3 de águas doces, classes 1 e 2 de salinas e

salobras. As águas destinadas a navegação se encontram na classe 4 de águas doces e classe 3 de águas salinas e salobras (CONAMA, 2007).

De acordo com o MS, a água é considerada potável quando atende ao padrão de potabilidade estabelecido segundo a legislação e que não oferece riscos à saúde. Anteriormente, o documento responsável pelos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade era a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (MS, 2011). Entretanto, após a revogação dessa lei, a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 ficou responsável pelo esclarecimento dos padrões de potabilidade e de controle e vigilância da água, que disponibiliza no seu anexo XX a consolidação das normas sobre ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) referentes às normas do controle e da vigilância da qualidade da água para o consumo humano e o seu padrão de potabilidade (MS, 2017).

Uma vez que para avaliar a qualidade e segurança microbiológica da água não é viável a pesquisa de todos os patógenos, são utilizados microrganismos indicadores.

Dentre eles, segundo a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) Nº. 275, de 22 de setembro de 2005, os enterococos, *P. aeruginosa*, clostrídios sulfito-redutores ou *Clostridium perfringens*, coliformes totais e *E. coli* ou coliformes termotolerantes são os microrganismos indicadores utilizados. Estes são parâmetros de avaliação para análises de amostras de água mineral natural ou água natural, revelando se a água está ou não adequada para o consumo (ANVISA, 2005).

A Portaria de Consolidação nº 5 também estabelece parâmetros microbiológicos, que serão citados no próximo capítulo, e que devem ser levados em consideração para que a água seja considerada potável. Além dos padrões microbiológicos, essa legislação também cita alguns parâmetros físico-químicos, sendo as mais utilizadas como parâmetros em análises de água, como por exemplo cor, turbidez, cloro residual livre, cloraminas, dióxido de cloro, pH, fluoreto, gosto e odor (MS, 2017).

## Capítulo 6 : MÉTODOS DE DETECÇÃO MICROBIOLÓGICO

Dentre os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5, o padrão microbiológico para água de consumo humano é um dos mais importantes quanto a segurança dos consumidores. As análises realizadas nas amostras de água da saída do tratamento devem possuir ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL. Em análises de água tratada no

sistema de distribuição de reservatórios e redes deve haver ausência de *E. coli* em 100 mL. Porém, neste último parâmetro, pode haver apenas uma amostra positiva de coliformes totais dentre as análises realizadas mensalmente em sistemas ou soluções coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, e ausência em 100 mL de 95% das amostras examinadas mensalmente para esses mesmos sistemas que abastecem a partir de 20.000 habitantes (MS, 2017).

Métodos de identificação e quantificação de microrganismos em água foram desenvolvidas e aperfeiçoadas ao longo do tempo com o objetivo de tornar as análises mais ágeis e fáceis, o que proporciona resultados mais rápidos, porém os métodos mais antigos ainda são eficientes e apresentam vantagens (Peres, 2017). Dessa forma, o **Quadro 2** compara diferentes técnicas dependentes de cultivo utilizadas para análise de água, juntamente com seus princípios.

Dentre elas, pode-se destacar as técnicas de tubos múltiplos e contagem em placas, que apesar de serem técnicas convencionais, ainda são muito utilizadas em laboratório para análises de coliformes totais e termotolerantes e bactérias heterotróficas, e os testes enzimáticos, que possuem algumas vantagens, como resultado em 18-48 horas, e são muito utilizadas para análises de coliformes totais e termotolerantes (Peres, 2017).

**Quadro 2.** Principais métodos dependentes de cultivo para análise de indicadores microbiológicos em água.

<b>Método</b>	<b>Princípio</b>	<b>Microrganismos indicadores</b>	<b>Exemplos de métodos</b>	<b>Tempo de ensaio</b>	<b>Referência</b>
<b>Tubos múltiplos</b>	Inoculação das amostras de água em diluições seriadas	Coliformes totais e termotolerantes <hr/> Enterococos <hr/> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Caldo lauril sulfato (análise presuntiva) Caldo lactose bile verde brilhante (análise confirmatória) Caldo EC <hr/> Caldo azida dextrose <hr/> Caldo Asparagina	24-96 horas	APHA, 2017; Nurliyana <i>et al.</i> , 2018; Pourali e Yahyaei, 2019; Shen <i>et al.</i> , 2019; Trecene <i>et al.</i> , 2019; Kim <i>et al.</i> , 2020; Kuo <i>et al.</i> , 2021
<b>Filtração por membrana</b>	Utilização de membranas que retêm os microrganismos que serão analisados	Coliformes totais e termotolerantes, Enterococos, Clostrídios redutores de sulfito, Bifidobactérias, Bactérias heterotróficas, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , Leveduras	Ultrafiltração e microfiltração com polímero ou membrana de cerâmica	24-72 horas	APHA, 2017; Arenas-Padilla, Duarte-Guti e Mata-Haro, 2018; Agustín <i>et al.</i> , 2019; Bodzek, Konieczny e Rajca, 2019; Yi <i>et al.</i> , 2019; Shen <i>et al.</i> , 2019; Valcheva e Ignatov, 2020; Kuo <i>et al.</i> , 2021

**Quadro 2.** Principais métodos dependentes de cultivo para análise de indicadores microbiológicos em água (continuação)

<b>Método</b>	<b>Princípio</b>	<b>Microrganismos indicadores</b>	<b>Exemplos de métodos</b>	<b>Tempo de ensaio</b>	<b>Referência</b>
<b>Filtração por membrana</b>	Utilização de membranas que retêm os microrganismos que serão analisados	Colifagos	Ultrafiltração e nanofiltração	24-72 horas	APHA, 2017; Arenas-Padilla, Duarte-Guti e Mata-Haro, 2018; Agustin <i>et al.</i> , 2019; Bodzek, Konieczny e Rajca, 2019; Shen <i>et al.</i> , 2019; Yi <i>et al.</i> , 2019; Valcheva e Ignatov, 2020; Kuo <i>et al.</i> , 2021
<b>Teste enzimático</b>	Utilização de substratos cromogênicos e fluorogênicos específicos que são metabolizados por enzimas do microrganismo alvo	Coliformes totais e termotolerantes	Colilert® Colitag Colisure Meio EC-MUG	18-48 horas	APHA, 2017; Teramura <i>et al.</i> , 2017; Banik <i>et al.</i> , 2019; Patil <i>et al.</i> , 2019; Singh, Yelverton e Barnard, 2019; Ramoutar, 2020
		Enterococos	Enterolert		APHA, 2017; Ramoutar, 2020
		Bactérias hetererotróficas	Simplate		APHA, 2017; Waideman <i>et al.</i> , 2020
<b>Cultivo em ágar</b>	Baseia-se em técnicas de cultivo em meios de cultura, seletivos ou não	Coliformes totais e termotolerante	Sanita-kun Fluorocult Chromocult Ágar mEndo	24-48 horas	APHA, 2017; Adrados <i>et al.</i> , 2018; López-Gálvez <i>et al.</i> , 2019; Salvador <i>et al.</i> , 2020; Shimada e Shimizu, 2020; Lande e Sinha, 2020; Kuo <i>et al.</i> , 2021

**Quadro 2.** Principais métodos dependentes de cultivo para análise de indicadores microbiológicos em água (continuação)

Método	Princípio	Microrganismos indicadores	Exemplos de métodos	Tempo de ensaio	Referência
<b>Cultivo em ágar</b>	Baseia-se em técnicas de cultivo em meios de cultura, seletivos ou não	Coliformes termotolerantes	Ágar Base mFC Ágar mTEC Ágar Macconkey Meio A-1	24-48 horas	Sila, 2019; De Faria <i>et al.</i> , 2020; Sangeetha, Balakrishman e Manimaran, 2020
		Enterococos	Ágar bile-esculina Ágar BHI Ágar eM		Cho <i>et al.</i> , 2019; Lauková <i>et al.</i> , 2019; Bansal, Chandola e Mahajan, 2020
		Clostrídios redutores de sulfito	Ágar SPS Ágar RMC Ágar EMB		Pendyala <i>et al.</i> , 2019
		Bifidobactérias	Ágar TOS-MUP Ágar MRS-CC Ágar MRS		Günes Bayir e BİlgİN, 2019; Eckel <i>et al.</i> , 2020
		Bactérias heterotróficas	Ágar padrão para contagem Ágar R2A Ágar mHPC		Kappell, Harrison e McNamara, 2019; Sala-comorera <i>et al.</i> , 2020; Shahryari, Smith e Amini, 2020
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ágar mPA Ágar Leite		Anversa <i>et al.</i> , 2019; Saeki <i>et al.</i> , 2020
		Levedura	Ágar DRBC Ágar Czapek-Dox Ágar extrato de levedura glicose		Wen <i>et al.</i> , 2020

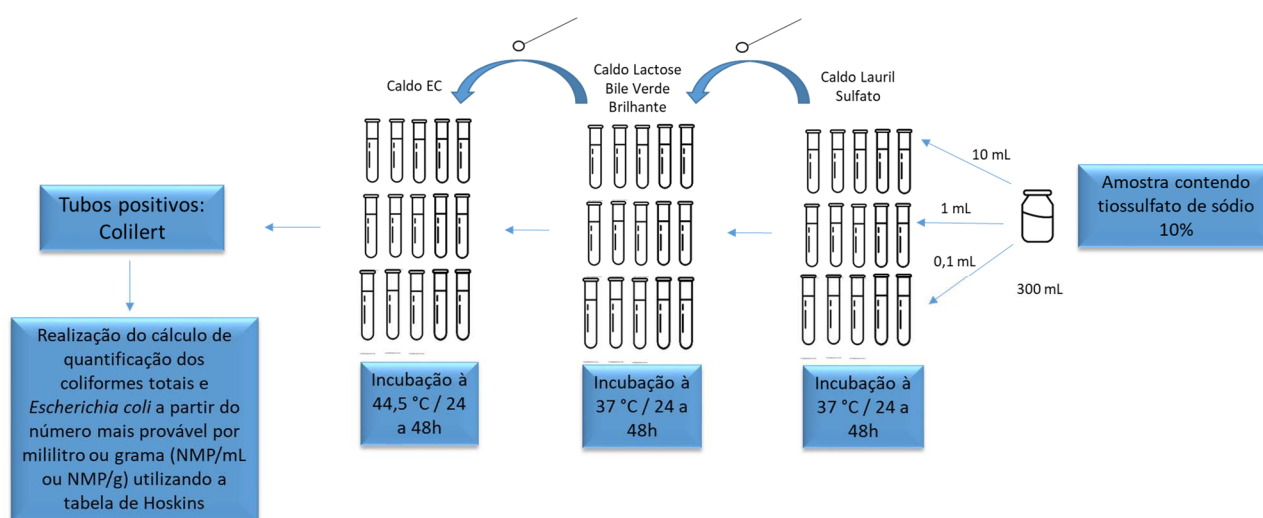
EC: *Escherichia coli*; APHA: American Public Health Association (Associação Americana de Saúde Pública); EC-MUG: *Escherichia coli*-4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucoronídeo; mFC: *Medium Fecal Coliforms* (Meio Coliformes Fecais); mTEC: *Medium Thermotolerant Escherichia coli* (Meio *Escherichia coli* Termotolerante); BHI: *Brain Heart Infusion* (Infusão de cérebro e coração); eM: *Enterococcus Medium* (Meio Enterococos); SPS: *Sulfite Polymyxin Sulfadizine* (Sulfito Polimixina Sulfadizina); RMC: *Reinforced Clostridium Medium* (Meio Clostrídio Reforçado); EMB: *Eosin Methylene Blue* (Eosina Azul de Metileno); TOS-MUP: *Transgalactosylated Oligosaccharides - Mupirocin* (Oligossacarídeos de Transgalactosilação - Mupirocina); MRS: de Man, Rogosa, Sharpe; MRS-CC: MRS - *Clindamicina-Ciprofloxacina* (de Man, Rogosa, Sharpe - Clindamicina-Ciprofloxacina); R2A: *Reasoner's 2A* (2A de Reasoner); mHPC: *Medium Heterotrophic Plate Count* (Meio de Contagem de Placa de Heterotróficos); mPA: *Medium Pseudomonas. aeruginosa* (Meio *Pseudomonas. aeruginosa*); DRBC: *Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol* (Diclorano Rosa Bengala Cloranfenicol).



## 6.1. Técnica dos Tubos Múltiplos

É uma técnica de análise quantitativa que fornece o resultado em Número Mais Provável (NMP). Essa técnica possui duas etapas, sendo elas a etapa presuntiva seguida pela confirmatória, utilizando caldos para as duas etapas. Esse teste normalmente é realizado em séries de tubos que contém os meios de cultura, havendo diluições diferentes entre as séries que são colocados em estufas a 37 °C por 24 a 48 horas. No caso das análises de coliformes, o teste presuntivo é realizado em caldo lauril sulfato e considerado positivo através da turvação do meio de cultura e a produção de gás nos tubos de Durham, que são pequenos tubos inseridos inversamente dentro dos tubos que contém os caldos (APHA, 2017).

De cada tubo com crescimento na fase presuntiva é transferido uma alçada para cada tubo da fase confirmatória, que no caso dos coliformes totais geralmente é utilizado o caldo lactose bile verde brilhante, enquanto que para coliformes termotolerantes é transferido uma alçada das amostras positivas da etapa confirmatória de coliformes totais para o caldo *E. coli*. Os tubos de caldo lactose bile verde brilhante contendo as amostras são incubados em estufa a 37 °C por 24 a 48 horas e os tubos de caldo *E. coli* são incubados a 44,5 °C por 24 a 48 horas. O resultado é confirmado positivo através da turvação do meio e produção de gás nos tubos de Durham. Por fim são realizadas quantificações a partir do NMP, sendo determinado o número de coliformes totais e termotolerantes por meio da tabela de Hoskins (APHA, 2017). O esquema é apresentado na **Figura 3**.



**Figura 3.** Fluxograma da pesquisa de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água (Teste quantitativo).

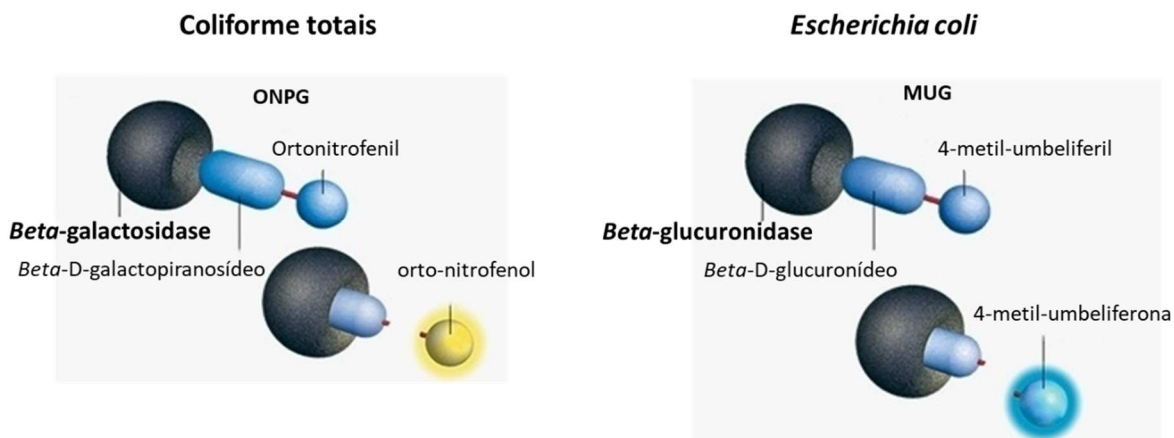
## 6.2. Teste enzimático

São análises qualitativas que avaliam a presença/ausência do microrganismo. Esse método se baseia na utilização de substratos fluorogênicos ou cromogênicos com o intuito de detectar a presença de uma enzima microbiana específica, o que revela a presença do microrganismo. Um dos testes mais utilizados para análise de coliformes totais e *E. coli* é o teste Colilert® (Figura 4; Peres, 2017).



**Figura 4.** Representação de resultados negativo e positivos para coliformes totais e *Escherichia coli*.

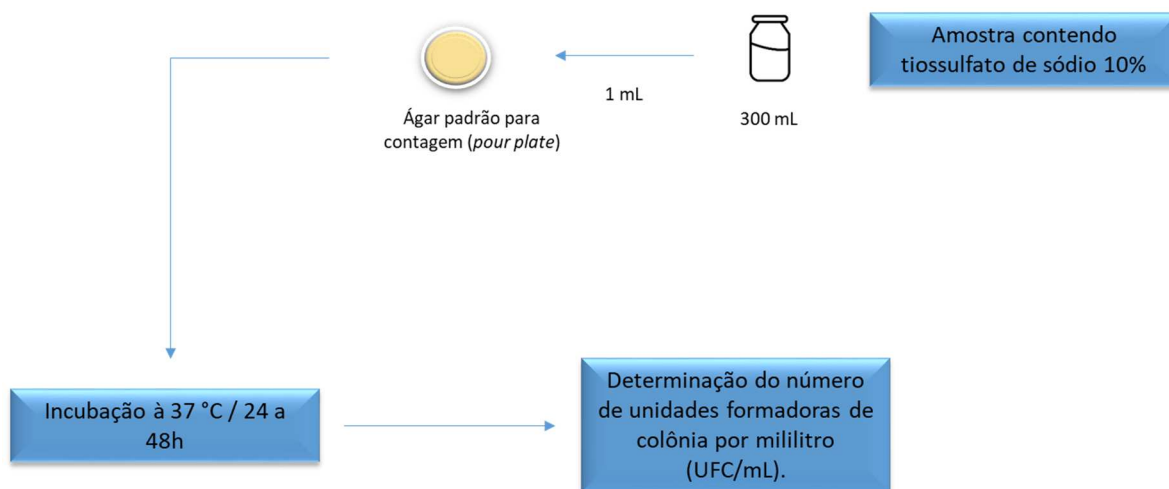
No caso do Colilert®, o meio de cultura é vendido em flaconetes que podem ser despejados diretamente nas amostras de água a serem analisadas, homogêneas e incubados à 37 °C por 24 a 48 horas. Os substratos utilizados são o orto-nitrofenil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo (ONPG) e o 4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucoronídeo (MUG). A enzima  $\beta$ -galactosidase produzida pelos coliformes totais irá clivar o substrato ONPG, o que faz com que o meio de cultura passe do incolor para a cor amarela, revelando a presença dos coliformes totais na amostra. Além disso, durante a análise de *E. coli*, caso ocorra a presença da enzima  $\beta$ -glucoronidase, ela irá clivar o substrato MUG, sendo confirmada a presença desse microrganismo através da fluorescência do meio de cultura quando submetido a luz UV com um comprimento de onda de 366 nanômetros (Ramoutar, 2020). O esquema é apresentado na Figura 5.



**Figura 5.** Representação da ação das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glucuronidase nos substratos ONPG e MUG, respectivamente. Alterado de IDEXX Laboratories.

### 6.3. Contagem em Placas

É uma técnica que visa a determinação das unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/mL) em uma amostra analisada, muito utilizada para análise de bactérias heterotróficas. Essa técnica pode ser realizada de duas maneiras, sendo elas a inoculação de amostra na superfície do ágar, onde a amostra é espalhada por toda a superfície do ágar para ser analisado o seu crescimento de maneira difusa, e o método de plaqueamento em profundidade denominado pour plate. Esse último consiste em verter, em uma placa de Petri, 20 mL de meio de cultura utilizado sobre a amostra a ser analisada. Após isso, as placas são incubadas em estufa a 35 °C por 24 a 48 horas. Após a incubação é determinado o número de UFC/mL da amostra (APHA, 2017). O esquema é apresentado na **Figura 6**.



**Figura 6.** Fluxograma da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas totais em amostras de água.

Ainda hoje os métodos baseados em cultivo são considerados o padrão ouro para a detecção de microrganismos em água. Entretanto, a necessidade de redução do tempo de análise tem resultado nos desenvolvimentos de novos métodos nos últimos anos (Vasavada, Lee e Betts, 2020). Em concordância com isso, o **Quadro 3**, mostra alguns métodos independentes de cultivo que podem ser utilizados na análise microbiológica da água, assim como o seu tempo de ensaio e limite de detecção.

**Quadro 3.** Métodos microbiológicos independentes de cultivos para análise de indicadores microbiológicos em água.

Método	Princípio	Exemplos de técnicas	Tempo de ensaio	Limite de detecção	Referências
<b>Molecular</b>	Detecção de sequências específicas de <b>DNA</b> ou <b>RNA</b> do microrganismo alvo	PCR REA DGGE	De 90 minutos a 72 horas	$10^1$ - $10^4$ unidades formadoras de colônia por mililitro	Law <i>et al.</i> , 2015
<b>Imunológico</b>	Interações <b>antígeno-anticorpo</b> , por meio das quais um determinado anticorpo se liga ao seu antígeno específico	ELISA para a proteína ancorada na parede celular de <i>Staphylococcus aureus</i> e antígeno O de <i>Escherichia coli</i> produtora toxina shiga	De 3 a 10 horas	$10^1$ - $10^5$ unidades formadoras de colônia por mililitro	Foster <i>et al.</i> , 2014 Law <i>et al.</i> , 2015 Amézquita-López <i>et al.</i> , 2018

DNA: *DeoxyRibonucleic Acid* (Ácido Desoxirribonucleico); RNA: *RiboNucleic Acid* (Ácido Ribonucleico); PCR: *Polymerase Chain Reaction* (Reação em Cadeia da Polimerase); REA: *Restriction Endonuclease Analysis*; DGGE: *Denaturing Gradient Gel Electrophoresis* (Eletroforese em Gel de Gradiente de Desnaturação); ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*).

## Capítulo 7 : MÉTODOS DE MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICOS

As análises físico-químicas também são importantes no processo de monitoramento da qualidade da água, visto que, através delas, pode-se verificar se ocorreu algum tipo de contaminação por substâncias, como fertilizantes e metais pesados. Caso não ocorra uma análise adequada, essas substâncias podem acabar contaminando o ser humano e lhe causando doenças, como no sistema respiratório e problemas reprodutivos, além de uma série de consequências ao meio ambiente devido à toxicidade dessas substâncias (Amić e Tadić, 2018).

Levando-se em consideração que a qualidade da água é avaliada por um conjunto de parâmetros, que não só o microbiológico, o **Quadro 4** mostra alguns destes critérios, trazendo uma comparação do limite de sensibilidade de diferentes metodologias. Muitos outros parâmetros físico-químicos podem ser avaliados e a lista completa pode ser encontrada na Portaria de Consolidação nº 5 (MS, 2017).

Entre eles, alguns parâmetros físico-químicos podem apresentar alguma correlação com a carga microbiana na água, e têm sido utilizados como suporte à esta metodologia. Como por exemplo disso, existem os sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica.

**Quadro 4.** Parâmetros físico-químicos e suas metodologias para a análise de água.

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo de análise</b>	<b>Limite de sensibilidade</b>	<b>Referências</b>
<b>Cor</b>	Visual	1 - 500 unidades colorimétricas	APHA, 2017
	Fotométrica		
<b>Turbidez</b>	Turbidímetro de vela de Jackson	> 1,3 unidade nefelométricas de turbidez	APHA, 2017
	Nefelômetros	0 - > 1000 unidade nefelométricas de turbidez	
<b>Cloro Residual Livre</b>	Métodos iodométricos	1 - 150 miligrama / litro	APHA, 2017; Wilson, Stoianov e O'Hare, 2019
	Métodos amperométrica ( <i>N,N</i> -dietil- <i>p</i> -fenilendiamina - DPD)	0,01 - 5 miligrama / litro	
	“Free Available Chlorine Test-syringaldazine” (FACTS)	0,1 – 100 miligrama / litro	
<b>Cloraminas</b>	Titulação amperométrica ( <i>N,N</i> -dietil- <i>p</i> -fenilendiamina - DPD)	0,01 – 2 miligrama / litro	APHA, 2017; Allard <i>et al.</i> , 2020

**Quadro 4.** Parâmetros físico-químicos e suas metodologias para a análise de água (continuação).

Parâmetro	Tipo de análise	Limite de sensibilidade	Referências
<b>Dióxido de Cloro</b>	Método iodométrico	1 - 150 miligrama / litro	APHA, 2017; Wilson, Stoianov e O'Hare, 2019
	Métodos amperométricos	0,01 - 5 miligrama / litro	
<b>pH</b>	Fita de pH	ácido a alcalino (0 a 14)	APHA, 2017
	Método Potenciométrico		
	Método colorimétrico		
<b>Fluoreto</b>	Método <i>SPADNs</i> [4,5-dihydroxy-3-( <i>p</i> -sulpho-phenylazo)-2,7-naphthalenedisulphonic acid]	0,23 - 2,26 miligrama / litro	APHA, 2017; Vidal <i>et al.</i> , 2018
<b>Gosto</b>	Teste limiar do sabor	de 1 a 200 número limite de sabor	APHA, 2017
	Método de classificação de sabor	de 1 a 9 classificações para a água	
<b>Odor</b>	Teste de odor limiar	Capacidade de detecção do nariz humano	APHA, 2017

APHA: *American Public Health Association* (Associação Americana de Saúde Pública); DPD: *N,N-diethyl-p-fenylenediamine* (N N-dietil-p-fenilenodiamina); FACTS: *Free Available Chlorine Test-syringaldazine* (Teste de avaliação do cloro livre com sirigaldazina); pH: Potencial hidrogeniônico; *SPADNs*: 4,5-dihydroxy-3-(*p*-sulpho-phenylazo)-2,7-naphthalenedisulphonic acid [Ácido 4,5-dihidroxi-3- (p-sulfo-fenilazo) -2,7-naftalenodissulfônico].



### 7.1.Sólidos totais dissolvidos (STD)

A análise de sólidos totais dissolvidos combina a análise de substâncias orgânicas e substâncias inorgânicas que se encontram dissolvidas na água. Esses elementos podem ser encontrados naturalmente nos corpos de águas, porém atividades humanas, ao longo dos anos, acabaram intensificando a presença dos sólidos tanto em águas superficiais quanto subterrâneas (Peng *et al.*, 2019).

Dentre os sólidos dissolvidos nas águas subterrâneas, podemos encontrar os sais solúveis que são capazes de produzir íons. Esses sais são compostos principalmente por sódio, cálcio, magnésio, sulfato e cloreto, produzindo, respectivamente, os íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$ , mas também pode haver bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e fertilizantes ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), além do escoamento agrícola e chuva ácida ( $\text{H}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ; Peng *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020).

Há duas maneiras de classificar o processo de dissolução desses sólidos em água, sendo elas a natural e a antropogênica. A natural é causada por fontes naturais, como intrusão de água do mar, evaporação, dissolução de sais solúveis e até mesmo origem geológica, enquanto que a antropogênica engloba sais de degelo de estradas, produção de gás e petróleo, fluxo de irrigação, resíduos de águas industriais, entre outros. Ambas formam uma série de interferências que podem influenciar na quantidade de STD que podem ser encontrados dissolvidos em água (Li *et al.*, 2020).

A ingestão de STD, como cálcio, magnésio, sódio, entre outros, além do recomendado pode causar uma série de doenças (Lanjwani *et al.*, 2019; Solangi *et al.*, 2019; Chebet, Kibet e Mbui, 2020). Apesar do sódio ser importante para manter a pressão arterial, controlar os níveis de fluidos e para o funcionamento dos nervos e músculos, sua ingestão em altos níveis pode acarretar em doenças inflamatórias metabólicas e crônicas. Isso pode ocorrer devido a alterações de comunidades bacterianas intestinais. Essa alteração pode modificar a forma que esses microorganismos interagem com o sistema imunológico humano, visto que afetam a produção de metabólitos pela comunidade bacteriana, podendo promover obesidade, diabetes mellitus e doença inflamatória intestinal (Wilck *et al.*, 2019).

Além disso, o consumo elevado de cálcio tem sido associado com o aumento de concentração de cálcio nos rins e no sangue, denominado de hipercalceúria e hipercalcemia, respectivamente (Gallagher, Smith e Yalamanchili, 2014; Reid e Bolland, 2019).

Uma alta ingestão de magnésio no corpo também pode acarretar em alguns problemas, como toxicidade neuro-muscular, visto que o magnésio é um antagonista que impede a liberação de acetilcolina mediada pelo cálcio nos terminais pré-sinápticos das junções

neuromusculares. Essa toxicidade pode acabar resultando em fraqueza generalizada e hiporreflexia (Walker, Parnell e Dillon, 2020).

Além dos graves problemas à saúde que podem ocorrerem com o ser humano, há também a questão ambiental. Esses compostos podem trazer sérios problemas aos animais e plantas aquáticas com relação à toxicidade de certos materiais. Os níveis de oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos podem ser reduzidos com o aumento da salinidade excessiva, aumentando a pressão osmótica do ambiente. Essa desoxigenação, juntamente com a diminuição de luz acarretada pela contaminação, pode levar a uma diminuição de algas, causando um desequilíbrio na flora e fauna local (Malik *et al.*, 2020). Além disso, o aumento de outros metais e sais em água pode acarretar na inibição da captação de cloreto pelos animais, que é considerado o ânion mais importante para osmorregulação em animais de água doce, o que pode levar a um desequilíbrio osmótico e conseqüentemente a morte (Griffith, 2017).

Com o intuito de tentar contornar esses problemas, reduzindo ou removendo esses STD, alguns métodos têm sido desenvolvidos e testados, como adsorção física, osmose reversa, destilação, precipitação, filtração por membrana e biorremediação bacteriana. Porém a maioria deles acaba por não ser tanto ecologicamente correto quanto acessível economicamente (Pinto *et al.*, 2015; Peng, 2019).

Uma das formas de medição desse parâmetro é a utilização de filtro de fibra de vidro. Porém diversos estudos relatam a relação entre os STD e outro parâmetro chamado condutividade elétrica (CE), uma vez que esses parâmetros indicam o nível de salinidade da água. Dessa forma, é possível fazer uso do aparelho que mede a condutividade elétrica para análise de STD, denominado condutivímetro, e isso acaba tornando a análise de íons mais barata e versátil (Rusydi, 2018; Alsulaili, Al-Harbi e Elsayed, 2020; Corwin e Yemoto, 2020).

Para que seja possível a análise do STD a partir da CE, uma série de estudos foram realizados para investigar a relação matemática entre esses parâmetros. Desse modo, viu-se que era possível realizar a análise de STD pela CE a partir da equação a seguir: **STD ( mg/L) = k x CE (  $\mu$ S/cm)**, onde k é uma constante de proporcionalidade que aumentará junto com o aumento da quantidade de íons (Rusydi, 2018; Taylor, Elliott e Navitsky, 2018).

A WHO não impõe limites de STD, porém, alerta que a palatabilidade da água com um nível de sólidos totais dissolvidos inferior ou até 600 mg/L é considerada boa, enquanto que a água começa a se tornar menos palatável em níveis de STD superiores a 1000 mg/L (WHO, 2011). Os EUA utilizam como parâmetro de STD o valor limite de 500 mg/L (EPA, 2009). No Brasil, segundo a Portaria de Consolidação nº 5, o limite exigido para água dentro do padrão de potabilidade é de 1000 mg/L (MS, 2017).

Outro fato importante é a correlação que alguns artigos vêm descrevendo entre os STD e a presença de bactérias. De acordo com um estudo que analisou a influência de alguns cátions em solução para adesão microbiana, foi verificada uma correlação entre altos níveis de cátions de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e o aumento da contagem de bactérias em água (He *et al.*, 2016; Luo *et al.*, 2019). Esses cátions de STD possuem a capacidade de regular a expressão protéica e síntese de polissacarídeos na composição extracelular produzida por células bacterianas em biofilme, contribuindo para o seu crescimento bacteriano na superfície de partículas em água (He *et al.*, 2016; Luo *et al.*, 2019; Wang, Flint e Palmer, 2019).

De forma semelhante, um estudo realizado em laboratório para analisar os efeitos dos íons de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  na formação de biofilme correlacionou a função desses cátions de STDs com o controle da formação do biofilme. Durante as análises, foi relatado a regulação de genes essenciais na formação do biofilme pela presença desses cátions, mostrando a importância da interação entre essas bactérias com a presença desses íons (Ye *et al.*, 2015). Além disso, esses íons bivalentes também possuem outro papel importante na estrutura de agregados de bactérias. Isso ocorre porque esses cátions são capazes de se ligarem a grupos funcionais carregados negativamente nas substâncias poliméricas extracelulares do biofilme, contribuindo na sua estabilidade (Somerton *et al.*, 2015). Ademais, essa interação entre os cátions bivalentes com as bactérias em biofilmes também é capaz de modificar as adesinas que se encontram na superfície celular, reduzir o potencial superficial e a carga superficial aparente (Mangwani *et al.*, 2013; Wang, Flint e Palmer, 2019).

Outro ponto importante é a correlação da salinização da água doce com o aumento da taxa de sobrevivência de bactérias indicadoras fecais, como *E. coli*. Um estudo realizado em nove bacias hidrográficas no sudoeste do estado da Virgínia, EUA, encontrou correlações positivas entre a concentração de coliformes totais e *E. coli* com concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , enquanto que concentrações de *Bacteroides* spp. associados a humanos foram relacionados a altas concentrações de  $\text{Na}^+$  nessas bacias (Badgley *et al.*, 2019). Isso pode ocorrer devido ao alívio osmótico que o aumento de salinidade em águas doces proporciona, visto que quando microrganismos entéricos são excretados no meio ambiente e liberados nos riachos a sua salinidade diminui de maneira rápida, fazendo com que a célula não consiga ajustar a osmolaridade interna a tempo para prevenir sua lise (Bialecka-Fornal *et al.*, 2015; DeVilbiss, 2021).

Nesse sentido, variações nos valores de STD indicam alterações nas características físico-químicas da água, que podem estar associadas ao aumento da carga microbiana, servindo de alerta para o monitoramento do sistema. Porém, a correlação entre altos níveis de STD com

bactérias entéricas pode não ser encontrado em análises de qualidade das águas salinas e salobras. Tal fato pode ser explicado devido a degradação da carga de energia pela alta concentração de sais, que podem inativar a passagem de nutrientes na membrana celular da bactéria, o que faz com que a célula continue viável, porém não cultivável (Ohtomo e Saito 2001; Pienaar, Singh e Barnard, 2016; Carneiro, Cortes e Wasserman, 2018; DeVilbiss, 2021). Entretanto, alguns estudos relatam que a pré-adaptação à alta osmolaridade é capaz de aumentar a resistência de bactérias a águas salinas, necessitando de mais investigações para que essas informações sejam consolidadas (Hase *et al.*, 2013; Gunde-Cimerman, Plemenitas e Oren, 2018; Breme e Krämer, 2019).

## 7.2. Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica representa a capacidade de uma solução aquosa transportar uma corrente elétrica, dependendo da presença de íons nessa solução (APHA, 2017; Howladar, Numanbakth e Faruque, 2018).

Esse parâmetro pode ser alterado por diversos fatores, dentre eles a quantidade de sólidos dissolvidos na água, uma vez que eles possuem capacidade de gerar íons e, por consequência, condutividade elétrica (Duressa, Assefa e Jida, 2019).

A sazonalidade e a localização também influenciam na CE, visto que já foi comprovado que em períodos menos chuvosos a condutividade aumenta em pontos próximos a polos industriais, já que a chuva pode contribuir no fator de diluição dos íons. O solo também pode modificar a composição de sólidos que se encontram na água, o que influencia diretamente na condutividade (Piratoba *et al.*, 2017; Briciu *et al.*, 2018).

A temperatura é outro fator que pode influenciar, visto que essa relação de condutividade e temperatura dos sólidos ionizados ocorre porque é controlada principalmente pela relação viscosidade e temperatura da água pura. Dessa forma, quando ocorre um aumento da temperatura da água contendo os sólidos dissolvidos, a CE também aumentará (Wu *et al.*, 2019).

A CE também é influenciada pela presença de células, incluindo os microrganismos. Como dito anteriormente, isso se deve principalmente pela presença dos íons, dessa forma, pode-se encontrar diversas correlações da condutividade com a presença de bactérias em amostras de água analisada. Diversos estudos foram capazes de realizar a contagem de células bacterianas e até mesmo cancerígenas e sanguíneas através de detectores de condutividade de

contato, o que prova essa forte relação entre esses parâmetros (Bourouache *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019).

Além disso, o próprio aumento da mineralização da matéria orgânica por bactérias revela que esses microrganismos podem influenciar nesse parâmetro. A presença de sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica já foram associados com a presença de microrganismos, uma vez que sólidos ionizados que tem a capacidade de produzir corrente elétrica podem contribuir para o crescimento de bactérias em água, pois estas podem utilizar os sólidos dissolvidos como fonte de nutrientes (Karim, Begum e Islam, 2012; Borges, 2014; Bourouache *et al.*, 2019).

A presença de CE em biofilmes de bactérias já foi investigada em um estudo que relata a eletroatividade e eletromodulação de bactérias em biofilmes (Czerwińska-Główka e Krukiewicz, 2019). Esses sinais elétricos são utilizados como comunicação entre a comunidade bacteriana no biofilme, podendo variar de sinais simples a sinalização elétrica mais complexa de longa distância. Um exemplo disso é o processo de sinalização entre as células mais internas e as mais externas do biofilme usando íons de potássio para mediar o seu crescimento, o que auxilia na comunicação de concentrações adequadas de nutrientes para seu metabolismo (Czerwińska-Główka e Krukiewicz, 2019; Jing *et al.*, 2019; Manna *et al.*, 2020). Esses relatos podem contribuir para futuros estudos relacionados à utilização da CE como uma possível alternativa para indicar a presença de microrganismos em água.

Rios que possuem uma alta CE podem ser prejudiciais para a vida aquática devido a poluição gerada pela presença dos sólidos ionizados na água. Isso é comprovado pela relação que existe de alguns parâmetros com a toxicidade nas águas, dentre eles os altos teores de condutividade elétrica (Armstead, Bitzer-Creathers e Wilson, 2016; Haq, Kaushal e Duan, 2018; Al-Sarraj e Jankeer, 2020; Morris *et al.*, 2020).

É relatado que concentrações aumentadas de íons podem afetar mais diretamente a ionorregulação ou osmorregulação da maioria de animais de águas doce e causam efeitos adversos quando mudam gradientes osmóticos ou eletroquímicos ou de outra forma interagem com íons. Por exemplo, um aumento de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  na água, ou outro íons, é capaz de alterar o gradiente osmótico de animais de água doce, visto que  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  possuem um papel importante na osmorregulação. Dessa forma, com o aumento desses íons presentes na água, esses animais de água doce hiper-regulam até que não sejam mais capazes de manter as concentrações extracelulares hipertônicas de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , o que faz com que eles se tornem isotônicos, podendo acarretar na sua morte (Griffith, 2017; Martemyanov e Vasiliev, 2018; Moffett *et al.*, 2020).

Elevadas doses de íons de prata e de óxido de zinco também podem gerar toxicidade celular após serem ingeridos e absorvidos pelas células intestinais. Essas partículas ionizadas são capazes de gerar espécies reativas de oxigênio (*reactive oxygen species* - ROS). Assim, as ROS podem causar danos às membranas celulares, organelas e ao núcleo após interagir com lipídios, proteínas ou ácidos nucleicos devido a sua interação com esses componentes celulares (McClements e Xiao, 2017).

Além disso, como relatado anteriormente, altos níveis de condutividade em águas doces podem contribuir para o aumento do número de bactérias. Um exemplo disso é o aumento da diversidade da composição de espécies de bactérias desnitrificantes após exposições a altos níveis de CE (Ma, Guo e Min, 2019; Lancaster *et al.*, 2016; Hintz e Relyea, 2019). Isso também pode acabar influenciando na vida aquática e terrestre, visto que a altos níveis de bactérias desnitrificantes em água é um dos fatores que podem resultar no aumento da produção de N<sub>2</sub>O, um gás de efeito estufa, durante o processo de desnitrificação (Massara *et al.*, 2017; Ma, Guo e Min, 2019; Dai *et al.*, 2021).

Por fim, visto que o aumento de CE está diretamente relacionado com o aumento de íons em água, comunidades microbianas que possuem tolerância a salinidade podem se sobressair em relação às que não possuem tolerância (Campbell e Kirchman, 2013; Zhang *et al.*, 2014; Chi *et al.*, 2020). Isso pode acarretar mudanças no microbioma aquático que interferem diretamente no macrobioma, ocasionando a mortalidade de animais aquáticos (Loch e Faisal, 2015; Wahli e Madsen, 2018). Entretanto, poucos são os estudos com relação à sobrevivência de bactérias indicadoras de contaminação fecal em água doce após o aumento da salinidade da água. Um estudo recente avaliou os efeitos de diferentes concentrações de sal dentro da faixa de água doce (DeVilbiss *et al.*, 2021). Dessa forma, foi constatado que o aumento da concentração de salinidade contribui para o aumento das taxas de sobrevivência de *E. coli* em concentrações de até 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , porém o maior aumento na sobrevivência desse microrganismo ocorreu em faixa mais baixa de até 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (DeVilbiss *et al.*, 2021).

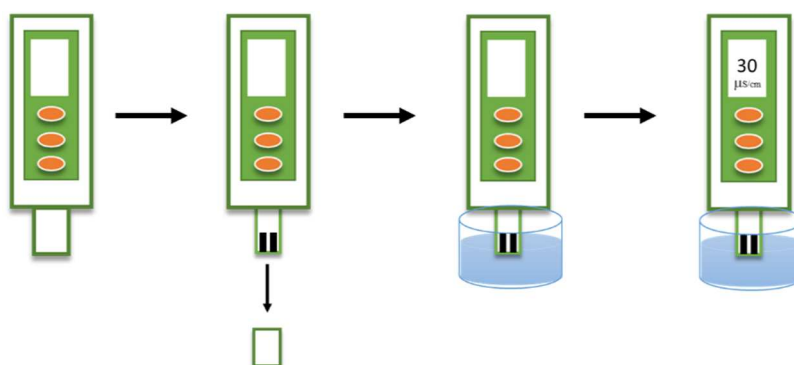
Existem poucos estudos que demonstrem a correlação entre a contagem de microrganismos e a alteração da CE, porém pode-se fazer uso das informações iniciais obtidas na literatura para o aperfeiçoamento dessa ideia. Além disso, esta metodologia tem um potencial para ser utilizada em outros métodos alternativos de monitoramento contínuo da formação de biofilmes em superfícies, como equipamentos trocadores de calor, cascos de embarcações, paredes de reservatórios ou tanques de produção de alimentos e outros produtos industriais, o que pode contribuir como base para o desenvolvimento de novos estudos (Galié *et al.*, 2018; Jindal *et al.*, 2018; Thomen *et al.*, 2020).

### 7.2.1. Métodos de análises para CE

A análise da CE é realizada através de medidores (**Figura 7 e 8**) de condutividade elétrica, podendo ser medido em siemens por centímetro (S/cm), micro-siemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ), e milisiemens por centímetro (mS/cm) (APHA, 2017).



**Figura 7.** Ilustração do equipamento para medição de condutividade elétrica. Alterado de Akso Produtos Eletrônicos.



**Figura 8.** Representação da medição de condutividade elétrica por um medidor portátil.

A WHO não possui um valor limite para o parâmetro de condutividade elétrica, porém em uma revisão global de regulamentos e padrões nacionais ela relata que os valores utilizados para analisar esse parâmetro estão entre 170 a 2.700  $\mu\text{S/cm}$ , porém a maioria dos países (28 países) utilizam o valor limite de 2500  $\mu\text{S/cm}$  como parâmetro (WHO, 2018).

No Brasil não há uma legislação específica que inclua o parâmetro de condutividade elétrica, porém o MS relata que águas naturais possuem teores de 10 a 100  $\mu\text{S/cm}$ , enquanto que ambientes poluídos por esgoto possuem teores de até 1.000  $\mu\text{S/cm}$  (MS, 2006).

Como relatado anteriormente, medidores de condutividade podem ser utilizados como equipamento para análises de STD. Todavia, necessita-se de investigações direcionadas à

correlação dos valores de STD e CE com os níveis de bactérias em água, a fim de padronizar valores de CE que possam indicar contaminações bacterianas. Dessa forma, esses valores pré-estabelecidos poderiam revelar a presença de bactérias além dos limites impostos pela legislação, pois altos níveis de condutividade elétrica indicariam altos níveis de íons de sais na água analisada e, por conseguinte, isso favoreceria o desenvolvimento de bactérias.

Ademais, esses valores de condutividade elétrica e de sólidos totais dissolvidos padronizados poderiam contribuir para famílias urbanas que utilizam o medidor de condutividade elétrica. Essas famílias utilizariam o medidor semanalmente como uma forma de acompanhamento da água, visto que esse recurso pode apresentar alterações na quantidade de cloro, matéria orgânica, presença de ferrugem, contaminações microbianas e entres outros fatores. Assim esse acompanhamento poderia auxiliar no monitoramento já realizado pelas empresas de abastecimento.

Por outro lado, esse monitoramento por medidores de CE também auxiliaria as famílias que vivem em zonas rurais ou não urbanizadas e que, por isso, não possuem um sistema de abastecimento de água adequado e buscam água outras fontes alternativas. Essas famílias também poderiam utilizar o medidor de CE como um método alternativo de baixo custo para análise da potabilidade da água, realizando análises semanalmente de forma rotineira, visto que estão muito mais propícias a sofrerem alterações da potabilidade causadas por alguns fatores, como contaminações por esgoto, presença de matéria orgânica, diluição dos lençóis freáticos pela água da chuva e entre outros. Assim, por meio dos valores pré-estabelecidos de CE e STD, as análises poderiam indicar se a água teria sofrido alguma alteração da sua potabilidade.



#### 4. CONCLUSÃO

- A concentração de sólidos totais dissolvidos está diretamente correlacionada com a condutividade elétrica;
- O aumento da salinidade de um corpo d'água doce tem a possibilidade de ser utilizado como monitoramento microbiológico alternativo, visto que pode contribuir no aumento do número de microrganismos indicadores;
- O aumento de salinidade resulta em alterações da condutividade elétrica devido à dissociação de sais em íons. Essas mudanças físico-químicas podem impactar diretamente de forma positiva na sobrevivência de microrganismos em água;
- A condutividade elétrica é influenciada por vários fatores, além da presença de microrganismos;
- Dados na literatura sugerem que estes métodos podem ser utilizados como metodologias de apoio no monitoramento de alterações em corpos d'água ou superfícies;
- A utilização de técnicas que analisam a condutividade elétrica da água, como os condutivímetros, são uma alternativa de baixo custo e acessível para que o próprio consumidor para monitorar modificações nas características físico-químicas e microbiológicas da água de reservatórios.

## 5. REFERÊNCIAS

- Abas, N., Khan, N., Saleem, M.S. e Raza, M.H. (2019). Indus Water Treaty in the doldrums due to water–power nexus. *European Journal for Security Research*. 4, 201-242.
- Abreu, E.S. (2019). Presença de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. na Lagoa de Ibiraquera, em fevereiro de 2019, Imbituba-SC. Ciências Biológicas Licenciatura-Tubarão. Monografia (Licenciado em Ciências Biológicas). Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, Santa Catarina. 47f.
- Adrados, B., Arias, C. A., Pérez, L. M., Codony, F., Becares, E., Brix, H. e Morato, J. (2018). Comparison of removal efficiency of pathogenic microbes in four types of wastewater treatment systems in Denmark. *Ecological engineering*. 124, 1-6.
- Akso Produtos Eletrônicos. Medidor de Condutividade de Bolso – AK51 (Imagem). Akso Produtos Eletrônicos Ltda. Disponível em: <[https://www.akso.com.br/produto/medidores-de-condutividade-tds-e-salinidade/medidor\\_de\\_condutividade\\_de\\_bolso\\_ak51-277](https://www.akso.com.br/produto/medidores-de-condutividade-tds-e-salinidade/medidor_de_condutividade_de_bolso_ak51-277)> Acesso em: 04/02/2021.
- Al-Sarraj, E. S. e Jankeer, M. H. (2020). Effect of Pollutants of the Tigris River Water on Activity of the Acetylcholinesterase Enzyme in Brain Tissues of *Cyprinus carpio* and *Condrostoma regium*. *Indian Journal of Ecology*. 47, 949-954.
- Allard, S., Kristiana, I., Andringa-Bate, C. e Joll, C. A. (2020). Alternative application of preformed monochloramine as a drinking water disinfectant for redosing in long drinking water distribution system servicing remote locations. *Water Research*. 185, 1-7.
- Alsulaili, A., Al-Harbi, M. e Elsayed, K. (2020). The influence of household filter types on quality of drinking water. *Process Safety and Environmental Protection*, 143, 204-211.
- Alves, L.S. (2016). Desenvolvimento de medidor de condutividade elétrica da água para fins de monitoramento ambiental. Monografia (Bacharelado em Engenharia Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. RS. 60f.
- Amézquita-López, B. A., Soto-Beltrán, M., Lee, B. G., Yambao, J. C. e Quiñones, B. (2018). Isolation, genotyping and antimicrobial resistance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 51, 425-434.
- Amić, A. e Tadić, L. (2018). Analysis of basic physical-chemical parameters, nutrients and heavy metals content in surface water of small catchment area of Karašica and Vučica Rivers in Croatia. *Environments*. 5, 1-27.
- Andani, A., van Elten, T.M., Bunge, E.M., Marano, C., Salgado, F. e Jacobsen, K.H. (2020). Hepatitis A epidemiology in Latin American countries: a 2020 view from a systematic literature review. *Expert Review of Vaccines*. 19, 795-805.
- Andrade, M.G.D. (2011). Elementos-traço As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn em latossolos e plantas de milho após treze aplicações anuais de lodo de esgoto. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP. 125f.
- Anversa, L., Arantes Stancari, R. C., Garbelotti, M., da Silva Ruiz, L., Pereira, V. B. R., Nogueira Nascentes, G. A., Dantas, S.T.A. e Mores Rall, V. L. (2019). *Pseudomonas aeruginosa* in public water supply. *Water Practice and Technology*. 14, 732-737.
- Anwar, Z., Regan, S.B. e Linden, J. (2019). Enrichment and Detection of *Clostridium perfringens* Toxinotypes in Retail Food Samples. *Journal of Visualized Experiments*. 152, 1-7.

APHA (2017). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Water Environment Federation.

Arenas-Padilla, M., Duarte-Gutiérrez, J. L., e Mata-Haro, V. (2018). *Bifidobacterium animalis* ssp. lactis Bb12 induces IL-10 through cell membrane-associated components via TLR 2 in swine. *Journal of Applied Microbiology*. 125, 1881-1889.

Arifah, S., Effendi, M.H. e Sektiari, B. (2020). Encoding Gene Identification in *Staphylococcus aureus* enterotoxin B from Nasal Mucosa of the Dog. *Jurnal Riset Veteriner Indonesia (Journal of The Indonesian Veterinary Research)*. 4, 36-39

Arroyo, M.G., Frota, O.P., Peresi, J.T.M., Brizzotti-Mazuchi, N.S., Ferreira, A.M., Rigotti, M.A., de Sousa, A.F.L., de Andrade, D., Castilho, E.M.C. e Almeida, M. T. G. D. (2019). Wide diversity of fungal species found in wellwater for human consumption: an analytical cross-sectional study. *São Paulo Medical Journal*. 137, 512-516.

Antoniou, G., Kathijotes, N., Spyridakis, D.S. e Angelakis, A. N. (2014). Historical development of technologies for water resources management and rainwater harvesting in the Hellenic civilizations. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*. 30, 680–693.

Antunes, T.C., Ballarini, A.E. e Sand, S.V.D. (2019). Temporal variation of bacterial population and response to physical and chemical parameters along a petrochemical industry wastewater treatment plant. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 91, 1-18.

Armstead, M. Y., Bitzer-Creathers, L. e Wilson, M. (2016). The effects of elevated specific conductivity on the chronic toxicity of mining influenced streams using *Ceriodaphnia dubia*. *PLOS One*. 11, 1-16.

Ayyash, M., Stathopoulos, C., Abu-Jdayil, B., Esposito, G., Baig, M., Turner, M. S., Baba, A.S., Apostolopoulos, V., Al-Nabulsig, A. e Osaili, T. (2020). Exopolysaccharide produced by potential probiotic *Enterococcus faecium* MS79: Characterization, bioactivities and rheological properties influenced by salt and pH. *LWT, Food and Science Technology*. 131, 1-37.

ANVISA (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA 275 - 2005 - Padrão Microbiológico de Águas Minerais. Disponível em: <<http://www.unirio.br/ib/dmp/nutricao-integral/legislacao/Resolucao%20RDC%20ANVISA%2020275%20-%202005%20-%20Padrao%20Microbiologico%20de%20Aguas%20Minerais.pdf/view>>. Acesso em: 31/07/2020.

Ashbolt, N.J., Grabow, W.O.K. e Snozzi, M. (2001). Indicators of microbial water quality. In World Health Organization (WHO). *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. Bartram, J., Fewtrell, L. e Stenström, T.A. International Water Association Publishing. London, UK. 290-298p.

Athiyyah, A.F., Utsumi, T., Wahyuni, R.M., Dinana, Z., Yamani, L.N., Sudarmo, S.M., Ranuh, R.G., Darma, A., Juniastuti, Raharjo, D., Matsui, C., Deng, L., Abe, T., Doan, Y.H., Fujii, Y., Shimizu, H., Katayama, K., Lusida, M.I., e Shoji, I. (2019). Molecular epidemiology and clinical features of rotavirus infection among pediatric patients in East Java, Indonesia during 2015–2018: dynamic changes in rotavirus genotypes from equine-like G3 to typical human G1/G3. *Frontiers in microbiology*. 10, 1-10.

Badgley, B.D., Steele, M. K., Cappellin, C., Burger, J., Jian, J., Neher, T.P., Orentas, M. e Wagner, R. (2019). Fecal indicator dynamics at the watershed scale: Variable relationships with land use, season, and water chemistry. *Science of The Total Environment*. 697, 1-11.

Balasubramanian, A. (2015). The world's water. Technical Report. University of Mysore, Mysore. 1-14.

Banik, A., Abony, M., Datta, S. e Towhid, S. T. (2019). Microbiological quality of ready-to-eat food from Dhaka, Bangladesh. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 7, 161-168.

- Bansal, D., Chandola, I. e Mahajan, M. (2020). Antimicrobial activity of five different essential oils against *Enterococcus faecalis*: An *In vitro* study. *Journal of Dental Materials and Techniques*. 9, 139-146.
- Basso, L. A., Moreira, L. G. R. e Pizzato, F. (2011). A influência da precipitação na concentração e carga de sólidos em cursos d'água urbanos: o caso do arroio Dilúvio, Porto Alegre-RS. *Geosul*. 26, 145-163.
- Belluco, S., Simonato, G., Mancin, M., Pietrobelli, M. e Ricci, A. (2018). *Toxoplasma gondii* infection and food consumption: a systematic review and meta-analysis of case-controlled studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 58, 3085-3096.
- Braïek, O. e Smaoui, S. (2019). Enterococci: between emerging pathogens and potential probiotics. *BioMed Research International*. 2019, 1-13.
- Ben-Harari, R.R. e Connolly, M.P. (2019). High burden and low awareness of toxoplasmosis in the United States. *Postgraduate Medicine Journal*. 131, 103-108.
- Bhar, S. e Jones, M.K. (2019). *In Vitro* replication of human norovirus. *Viruses*. 11, 1-13.
- Bialecka-Fornal, M., Lee, H. J. e Phillips, R. (2015). The rate of osmotic downshock determines the survival probability of bacterial mechanosensitive channel mutants. *Journal of Bacteriology*. 197, 231-237.
- Bicudo, C. E.M., Tundisi J.G. e Scheuenstuhl M.C.B. (2010). Águas do Brasil: análises estratégicas. Academia brasileira de ciências: Instituto de Botânica. São Paulo, SP. 5p.
- Bodzek, M., Konieczny, K. e Rajca, M. (2019). Membranes in water and wastewater disinfection. *Archives of Environmental Protection*. 45, 3-18.
- Bolina, V.; Pessano, E.F.C.; Oliveira, L.F.S.; Machado, M.M. e Querol, M.V.M (2018). Levantamento histórico da pesca e conservação da Bacia do Rio Uruguai Médio. In *Rio Uruguai: contribuições científicas*. Querol, M.V. M., Pessano, E. F. C., Machado, M.M. e Oliveira, L. F. S. Universidade Federal do Pampa. 1 ed. Uruguaiana, RS. 70-111p.
- Boonmak, C., Khunnamwong, P. e Limtong, S. (2020). Yeast communities of primary and secondary peat swamp forests in southern Thailand. *Antonie van Leeuwenhoek*, 113, 55-69.
- Borges, G. S. (2014). Análise físico-química em amostras de águas da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tanque Grande. *Revista Educação-UNG-Ser*. 9, 70p.
- Bourouache, M., Mimouni, R., Alla, A. A., Hamadi, F., El Boulani, A. e Bihadassen, B. (2019). Bacteriological and physicochemical quality of treated wastewater of the Mzar treatment plant. *Applied Water Science*. 9, 86.
- Bremer, E. e Krämer, R. (2019). Responses of microorganisms to osmotic stress. *Annual Review of Microbiology*. 73, 313-334.
- Breternitz, B.S., da Veiga, D.P.B., Razzolini, M.T.P., e Nardocci, A.C. (2020). Land use associated with *Cryptosporidium* sp. and *Giardia* sp. in surface water supply in the state of São Paulo, Brazil. *Environmental Pollution*. 266, 1-29.
- Briciu, A. E., Mihăilă, D., Oprea, D. I., Bistricean, P. I. e Lazurca, L. G. (2018). Orthotidal signal in the electrical conductivity of an inland river. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190, 1-15.
- Buret, A.G., Cacciò, S.M., Favennec, L. e Svärd, S. (2020). Update on *Giardia*: highlights from the seventh international *Giardia* and *Cryptosporidium* conference. *Parasite*. 27, 1-7.
- Buuck, S., Smith, K., Fowler, R. C., Cebelinski, E., Lappi, V., Boxrud, D. e Medus, C. (2020). Epidemiology of Enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in Minnesota, 2016–2017. *Epidemiology and Infection*. 148, 1-7.

Byappanahalli, M.N., Nevers, M.B., Korajkic, A., Staley, Z.R. e Harwood, V.J. (2012). Enterococci in the environment. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 76, 685-706.

Cabrera-Sosa, L. e Ochoa, T.J. (2020). *Escherichia coli* diarrhea. In *Hunter's tropical medicine and emerging infectious diseases*. Elsevier. 10, 481-485p.

Campbell, B. J. e Kirchman, D. L. (2013). Bacterial diversity, community structure and potential growth rates along an estuarine salinity gradient. *The ISME Journal*. 7, 210-220.

Carneiro, M. T., Cortes, M. B. V. e Wasserman, J. C. (2018). Critical evaluation of the factors affecting *Escherichia coli* environmental decay for outfall plume models. *Revista Ambiente e Água*. 13, 1-18.

Castro, V.S., Figueiredo, E.E.D.S., Stanford, K., McAllister, T. e Conte-Junior, C.A. (2019). Shiga-toxin producing *Escherichia coli* in Brazil: A systematic review. *Microorganisms*. 7, 1-16.

Cavalcanti, N.B., Brito, L.T.L. e Resende, G.M. (2005). Transporte e armazenamento de água para consumo humano no Sertão do Nordeste em período de seca. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso. Anais do V Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva*. Teresina, PI.

CDC (2020). Centers for Disease Control and Prevention. *Salmonella*. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>> Acesso em: 07/01/2021.

Chalmers, R.M., Robinson, G., Elwin, K. e Elson, R. (2019). Analysis of the *Cryptosporidium* spp. and gp60 subtypes linked to human outbreaks of cryptosporidiosis in England and Wales, 2009 to 2017. *Parasites and Vectors*. 12, 1-13.

Chebet, E. B., Kibet, J. K. e Mbui, D. (2020). The assessment of water quality in river Molo water basin, Kenya. *Applied Water Science*. 10, 1-10.

Chi, Z., Wang, W., Li, H., Wu, H. e Yan, B. (2020). Soil organic matter and salinity as critical factors affecting the bacterial community and function of *Phragmites australis* dominated riparian and coastal wetlands. *Science of The Total Environment*. 762, 1-8.

Chica, J.S., Correa, M. M., Aceves-Diez, A. E., Rasschaert, G., Heyndrickx, M. e Castaneda-Sandoval, L.M. (2020). Genomic and toxigenic heterogeneity of *Bacillus cereus* sensu lato isolated from ready-to-eat foods and powdered milk in day care centers in Colombia. *Foodborne Pathogens and Disease*. 17, 340-347.

CONAMA. (2007). Conselho Nacional do Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 393 de 8 de agosto 2007. Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=541>>. Acesso em 21/ 05/ 2020.

Corwin, D. L. e Yemoto, K. (2020). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Soil Science Society of America Journal*. 84, 1442-1461.

Costa, L. C. P.N., Teixeira, D. M., Portela, A. C. R., de Lima, I. C. G., da Silva Bandeira, R., Júnior, E. C. S., Siqueira, J.A.M., Resque, H.R., da Silva, L.D. e Gabbay, Y. B. (2019). Molecular and evolutionary characterization of norovirus GII. 17 in the northern region of Brazil. *BMC Infectious Diseases*, 19, 1-11.

Czerwińska-Główka, D. e Krukiewicz, K. (2020). A journey in the complex interactions between electrochemistry and bacteriology: from electroactivity to electromodulation of bacterial biofilms. *Bioelectrochemistry*. 131, 1-14.

da Silva, L. J. (2014). Poliomielite: a próxima na lista de erradicação?. *Boletim Epidemiológico Paulista (Online)*. 11, 3-9.

- da Silva, A.J.H., dos Anjos, C.P., da Silva Nogueira, L., Ribeiro, A.C.R. e Fraga, E.G.S. (2019). *Salmonella* spp. um agente patogênico veiculado em alimentos. In Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC). 5, 1-7.
- da Silva, A.C., Rodrigues, M.X. e Silva, N.C.C. (2020). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in food and the prevalence in Brazil: a review. *Brazilian Journal of Microbiology*. 51, 347-356.
- Dai, H., Han, T., Sun, T., Zhu, H., Wang, X. e Lu, X. (2021). Nitrous oxide emission during denitrifying phosphorus removal process: A review on the mechanisms and influencing factors. *Journal of Environmental Management*. 278, 1-10
- de Araújo, D.C.D.A., de Oliveira, J.M., Haddad, S.K., da Roza, D.L., Bottino, O.F., Faria, S.B.S.C. Rodriguense, F.B. e Passos, A.D.C. (2020). Declining prevalence of hepatitis A and silent circulation of hepatitis E virus infection in southeastern Brazil. *International Journal of Infectious Diseases*. 101, 17-23.
- de Barros, R.S.D. (2019). Inquérito soropidemiológico e molecular das hepatites A, B e C em escolas estaduais no município de Capanema, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado em Virologia). Instituto Evandro Chagas. Ananindeua, PA. 76f
- de Faria, M. F., Guerrini, I. A., Oliveira, F. C., Sato, M. I. Z., de Souza Passos, J. R., James, J. N. e Harrison, R. B. (2020). Survival of thermotolerant coliforms in municipal biosolids after application in tropical soil cultivated with *Eucalyptus*. *Journal of Environmental Management*. 274, 1-5.
- de Jesus, M.C.S., Santos, V.S., Storti-Melo, L.M., de Souza, C.D.F., Barreto, Í.D.D.C., Paes, M.V.C., Lima, P.A.S., Bohland, A.K., Berezin, E.N., Machado, R.L.D., Cuevas, L.E. e Gurgel, R. Q. (2020). Impact of a twelve-year rotavirus vaccine program on acute diarrhea mortality and hospitalization in Brazil: 2006-2018. *Expert Review of Vaccines*. 19, 585-593.
- de Souza, M.G.D. (2019). Doenças transmitidas por alimentos no Brasil: uma revisão de literatura. Monografia (Bacharelado em Farmácia). Centro Universitário São Lucas. Ji-Paraná, RO. 28f.
- DeVilbiss, S.E. (2021). Effects of Freshwater Salinization and Associated Base Cations on Bacterial Ecology and Water Quality. Dissertation (Doctor of Philosophy In Crop and Soil Environmental Sciences). Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. 114-120f
- DeVilbiss, S. E., Steele, M. K., Krometis, L. A. H. e Badgley, B. D. (2021). Freshwater salinization increases survival of *Escherichia coli* and risk of bacterial impairment. *Water Research*. 191, 1-7.
- Dias, S.R.C., Costa, A.F.D.V., Guimarães, P.H.G., Roatt, B.M., Fonseca, K.S., Paiva, N. C.N., Giunchetti, R.C., Carneiro, C.M., Fujiwara, R.T. e Rabelo, M.L.R. (2013). Prednisolone and cyclosporine A: Effects on an experimental model of ancylostomiasis. *Experimental Parasitology*. 33, 80-88.
- dos Santos-Ciscon, B. A., van Diepeningen, A., da Cruz Machado, J., Dias, I. E. e Waalwijk, C. (2019). *Aspergillus* species from Brazilian dry beans and their toxigenic potential. *International Journal of Food Microbiology*. 292, 91-100.
- Draeger, C.L., Akutsu, R.D.C.C.D.A., Zandonadi, R.P., Da Silva, I.C.R., Botelho, R.B.A. e Araújo, W.M.C. (2019). Brazilian foodborne disease national survey: Evaluating the landscape after 11 years of implementation to advance research, policy, and practice in public health. *Nutrients*. 11, 1-10.
- Dubey, J.P., Lago, E.G., Gennari, S.M., Su, C. e Jones, J.L. (2012). Toxoplasmosis in humans and animals in Brazil: high prevalence, high burden of disease, and epidemiology. *Parasitology*. 139, 1375-1424.
- Duressa, G., Assefa, F. e Jida, M. (2019). Assessment of Bacteriological and Physicochemical Quality of Drinking Water from Source to Household Tap Connection in Nekemte, Oromia, Ethiopia. *Journal of Environmental and Public Health*. 2019, 1-7.

- Ebenezer, O., Jordaan, M. A., Damoyi, N. e Shapi, M. (2021). Discovery of Potential Inhibitors for RNA-Dependent RNA Polymerase of Norovirus: Virtual Screening, and Molecular Dynamics. *International Journal of Molecular Sciences*. 22, 1-24.
- ECDC (2013). European Centre for Disease Prevention and Control. Infanti J, Sixsmith J, Barry MM, Núñez-Córdoba J, Oroviogicochea-Ortega C, Guillén-Grima F. A literature review on effective risk communication for the prevention and control of communicable diseases in Europe. Stockholm.
- Ene, A., Vasile, M. A. e Bahrim, G. (2020). Study of microbiological contamination level of surface water in MONITOX network areas before and after COVID-19 pandemic. *Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați. Fascicula II, Matematică, fizică, mecanică teoretică/Annals of the "Dunărea de Jos" University of Galati. Fascicle II, Mathematics, Physics. Theoretical Mechanics*. 43, 75-81.
- Eckel, V.P., Ziegler, L.M., Vogel, R.F. e Ehrmann, M. (2020). *Bifidobacterium tibiigranuli* sp. nov. isolated from homemade water kefir. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 70, 1562-1570.
- Esschert, K.L.V., Mattioli, M.C., Hilborn, E.D., Roberts, V.A., Yu, A.T., Lamba, K., Arzaga, G., Zahn, M., Marsh, Z., Combes, S.M., Smith, E.S., Robinson, T.J., Gretsche, S.R., Laco, J.P., Wikswo, M.E., Miller, D.A., Tack, D.M., Wade, T.J., Hlavsa, M.C. (2020). Outbreaks Associated with Untreated Recreational Water—California, Maine, and Minnesota, 2018–2019. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 69, 781-783.
- Fedorov, Y.A., Gar'kusha, D.N., Trubnik, R.G. e Morozova, M.A. (2019). Sulfite-Reducing Clostridia and their Participation in Methane and Hydrogen Sulfide Formation in the Bottom Sediments of Water Objects and Streams of the ETR South. *Water Resources*. 46, 85-93.
- Fernandes, D.V.G.S., Castro, V.S., Cunha Neto, A.D., e Figueiredo, E.E.D.S. (2018). *Salmonella* spp. in the fish production chain: a review. *Ciência Rural*. 48, 1-11.
- Ferreira, S.B. (2018). Caracterização toxicológica e investigação da atividade antifúngica do isoeugenol frente a *Penicillium citrinum*. Tese (Doutorado em Farmacologia) Centro de Biotecnologia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB. 191f.
- Figueras, M. e Borrego, J.J. (2010). New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 7, 4179-4202.
- Finger, J.A., Baroni, W.S., Maffei, D.F., Bastos, D.H. e Pinto, U.M. (2019). Overview of Foodborne Disease Outbreaks in Brazil from 2000 to 2018. *Foods*. 8, 1-10.
- Foster, T. J., Geoghegan, J. A., Ganesh, V. K. e Höök, M. (2014). Adhesion, invasion and evasion: the many functions of the surface proteins of *Staphylococcus aureus*. *Nature Reviews Microbiology*. 12, 49-62.
- Fourie, J.C.J., Bezuidenhout, C.C., Sanko, T.J., Mienie, C., e Adeleke, R. (2020). Inside environmental *Clostridium perfringens* genomes: antibiotic resistance genes, virulence factors and genomic features. *Journal of Water and Health*. 18, 477-493.
- Galié, S., García-Gutiérrez, C., Miguélez, E. M., Villar, C. J. e Lombó, F. (2018). Biofilms in the food industry: health aspects and control methods. *Frontiers in Microbiology*. 9, 1-18.
- Gallagher, J.C., Smith, L.M. e Yalamanchili, V. (2014). Incidence of hypercalciuria and hypercalcemia during vitamin D and calcium supplementation in older women. *Menopause (New York, NY)*. 21, 1173-1180.
- Galvani, A.T., Christ, A.P.G., Padula, J.A., Barbosa, M.R.F., de Araújo, R.S., Sato, M.I.Z. e Razzolini, M. T. P. (2019). Real-time PCR detection of *Toxoplasma gondii* in surface water samples in São Paulo, Brazil. *Parasitology Research*. 118, 631-640.

- Gil, F. F., Ventura, L. L. A., Fonseca, J. F., Saniago, H. C., Busatti, H., Santos, J. F. G. e Gomes, M. A. (2018). Hematological profile in natural progression of giardiasis: kinetics of experimental infection in gerbils. *The Journal of Infection in Developing Countries*. 12, 492-498.
- Gonçalves, C.L., Mota, F.V., Ferreira, G.F., Mendes, J.F., Pereira, E.C., Freitas, C.H., Vieira, J.N., Villarreal, J.P. e Nascente, P.S. (2018). Airborne fungi in an intensive care unit. *Brazilian Journal of Biology*. 78, 265-270.
- Griffith, M. B. (2017). Toxicological perspective on the osmoregulation and ionoregulation physiology of major ions by freshwater animals: teleost fish, Crustacea, aquatic insects, and Mollusca. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 36, 576-600.
- Gu, S., Wang, J. e Wang, Y. (2019). Early discrimination and growth tracking of *Aspergillus* spp. contamination in rice kernels using electronic nose. *Food Chemistry*. 292, 325-335.
- Gunde-Cimerman, N., Plemenitaš, A. e Oren, A. (2018). Strategies of adaptation of microorganisms of the three domains of life to high salt concentrations. *FEMS Microbiology Reviews*. 42, 353-375.
- Güneş Bayır, A. e Bilgin, M. (2019). The Effect of Cinnamon on Microbiological, Chemical and Sensory Analyses of Probiotic Yogurt. *Bezmialem Science*. 7, 311-316.
- Haq, S., Kaushal, S. S. e Duan, S. (2018). Episodic salinization and freshwater salinization syndrome mobilize base cations, carbon, and nutrients to streams across urban regions. *Biogeochemistry*. 141, 463-486.
- Hase, Y., Tarusawa, T., Muto, A. e Himeno, H. (2013). Impairment of ribosome maturation or function confers salt resistance on *Escherichia coli* cells. *PLOS One*. 8, 1-9.
- He, X., Wang, J., Abdoli, L. e Li, H. (2016). Mg<sup>2+</sup>/Ca<sup>2+</sup> promotes the adhesion of marine bacteria and algae and enhances following biofilm formation in artificial seawater. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*. 146, 289-295.
- Hennekinne, J.A., Ostyn, A., Guillier, F., Herbin, S., Prufer, A.L. e Dragacci, S. (2010). How should staphylococcal food poisoning outbreaks be characterized?. *Toxins*. 2, 2106-2116.
- Hintz, W. D. e Relyea, R. A. (2019). A review of the species, community, and ecosystem impacts of road salt salinisation in fresh waters. *Freshwater Biology*. 64, 1081-1097.
- Howladar, M. F., Al Numanbakth, M. A. e Faruque, M. O. (2018). An application of Water Quality Index (WQI) and multivariate statistics to evaluate the water quality around Maddhapara Granite Mining Industrial Area, Dinajpur, Bangladesh. *Environmental Systems Research*. 6, 1-18.
- Hokajärvi, A.-M., Pitkänen, T., Meriläinen, P., Kauppinen, A., Matikka, V., Kovanen, S. e Vepsäläinen, A.; Miettinen, I.T. (2018). Determination of Removal Efficiencies for *Escherichia coli*, Clostridial Spores, and F-Specific Coliphages in Unit Processes of Surface Waterworks for QMRA Applications. *Water*. 10, 1-16.
- Huo, T., Zhao, Y., Tang, X., Zhao, H., Ni, S., Gao, Q. e Liu, S. (2020). Metabolic acclimation of anammox consortia to decreased temperature. *Environment International*. 143, 1-13.
- Hussain, Q. A. (2019). Bacteria: the natural indicator of environmental pollution. In *Freshwater Microbiology*. Academic Press. 393-420 pp.
- IDEXX LABORATORIES. Disponível em: <<https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>>. Acesso em: 22/02/2021
- Ihum, T.A., Efunwole, O.O., Olarewaju, S.O., Akinro, E.B., Adebayo, O.R., e Abiona, M.A. (2020). Molecular Characterisation of Bacterial Isolates from Vegetable, Cow Milk and Locust Bean Samples. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 139-147.



- Jang, Y.S., Kim, D.H., Bae, D., Kim, S.H., Kim, H., Moon, J. S., Song, K.-Y., Chon, J.-W. e Seo, K.H. (2020). Prevalence, toxin-typing, and antimicrobial susceptibility of *Clostridium perfringens* from retail meats in Seoul, Korea. *Anaerobe*. 64, 1-6.
- Januário, A.P., Afonso, C.N., Mendes, S. e Rodrigues, M.J. (2020). Faecal Indicator Bacteria and *Pseudomonas aeruginosa* in Marine Coastal Waters: Is there a Relationship? *Pathogens*. 9, 1-10.
- Javanmard, E., Mirsamadi, E.S., Olfatifar, M., Ghasemi, E., Saki, F., Mirjalali, H., Zali, M.R. e Karanis, P. (2020). Prevalence of *Cryptosporidium* and *Giardia* in vegetables in Iran: a nineteen-years meta-analysis review. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 1-13.
- Jindal, S., Anand, S., Metzger, L. e Amamcharla, J. (2018). A comparison of biofilm development on stainless steel and modified-surface plate heat exchangers during a 17-h milk pasteurization run. *Journal of Dairy Science*. 101, 2921-2926.
- Jing, X., Yang, Y., Ai, Z., Chen, S. e Zhou, S. (2020). Potassium channel blocker inhibits the formation and electroactivity of *Geobacter* biofilm. *Science of The Total Environment*. 705, 1-21.
- Jones, J. L., Kruszon-Moran, D., Elder, S., Rivera, H. N., Press, C., Montoya, J. G. e McQuillan, G. M. (2017). *Toxoplasma gondii* infection in the United States, 2011–2014. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 98, 551-557.
- Kang, J.Y., Lee, S.H., Jo, A.H., Park, E.J., Bak, Y.S. e Kim, J.B. (2020). Improving the accuracy of coliform detection in meat products using modified dry rehydratable film method. *Food Science and Biotechnology*. 29, 1289-1294.
- Kappell, A. D., Harrison, K. R. e McNamara, P. J. (2019). Effects of zinc orthophosphate on the antibiotic resistant bacterial community of a source water used for drinking water treatment. *Environmental Science: Water Research and Technology*. 5, 1523-1534.
- Karim, M. A., Begum, Z. T. e Islam, M. S. (2012). Bacterial Load in Relation to Physicochemical Parameters and Phytoplankton Abundance of an Urban Pond. *Bangladesh Journal of Botany*. 41, 15-20.
- Khalil, I. A., Troeger, C., Rao, P. C., Blacker, B. F., Brown, A., Brewer, T. G., Colombara, D.V., Hostos, E.L.D, Engmann, C., Guerrant, R.L., Haque, R., Houpt, E.R., Kang, G., Korpe, P.S., Kotloff, K.L., Lima, A.A.M., Petri Jr, W.A., Platts-Mills, J.A., Shoultz, D.A., Forouzanfar, M.H., Hay S.I., Reiner Jr, R.C. e Mokdad, A. H. (2018). Morbidity, mortality, and long-term consequences associated with diarrhoea from *Cryptosporidium* infection in children younger than 5 years: a meta-analyses study. *The Lancet Global Health*. 6, 758-768.
- Khalil, I.A., Troeger, C., Blacker, B.F., Rao, P.C., Brown, A., Atherly, D.E., Brewer, T.G., Engmann, C.M., Houpt, e.r, Kang, G., Kotloff, K.L., Levine, M.M., Luby, S.P., MacLennan, C.A., Pan, W.K., Pavlinac, P.B., Platts-Mills, J.A., Qadri, F., Riddle, M.S., Ryan, E.T., Shoultz, D.A., Steele, A.D., Walson, J.L., Sanders, J.W., Mokdad, A.H., Murray, C.J.L., Hay, S.I., Reiner Jr, R.C. (2018). Morbidity and mortality due to shigella and enterotoxigenic *Escherichia coli* diarrhoea: the Global Burden of Disease Study 1990–2016. *The Lancet Infectious Diseases*. 18, 1229-1240.
- Khan, F. M. e Gupta, R. (2020). *Escherichia coli* (*E. coli*) as an Indicator of Fecal Contamination in Water: A Review. *Springer*. 2, 225–235.
- Kim, S.H., Kim, D.H., Lim, H.W. e Seo, K.H. (2020). High prevalence of non-faecalis and non-faecium *Enterococcus* spp. in farmstead cheesehouse and their applicability as hygiene indicators. *LWT - Food Science and Technology*. 126, 1-6.
- Kitajima, M., Sassi, H. P. e Torrey, J. R. (2018). Pepper mild mottle virus as a water quality indicator. *NPJ - Clean Water*. 1, 1-9.

- Kittigul, L. e Pombubpa, K. (2020). Rotavirus Surveillance in Tap Water, Recycled Water, and Sewage Sludge in Thailand: A Longitudinal Study, 2007–2018. *Food and Environmental Virology*. 13, 53-63.
- Kiu, R., Caim, S., Painset, A., Pickard, D., Swift, C., Dougan, G., Mather, A.E., Amar, C. e Hall, L. J. (2019). Phylogenomic analysis of gastroenteritis-associated *Clostridium perfringens* in England and Wales over a 7-year period indicates distribution of clonal toxigenic strains in multiple outbreaks and extensive involvement of enterotoxin-encoding (CPE) plasmids. *Microbial Genomics*. 5, 1-13.
- Krumova-Valcheva, G., Mladenova, Z. e Gogov, Y. (2020). Study on norovirus contamination of live bivalve molluscs using Real-Time PCR. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 23, 478-486.
- Kunz, B.M., Voß, A., Dalichow, J., Weigel, S., Rohn, S. e Maul, R. (2021). Impact of experimental thermal processing of artificially contaminated pea products on ochratoxin A and phomopsin A. *Mycotoxin Research*. 37, 63-78.
- Kuo, J.T., Chang, L.L., Yen, C.Y., Tsai, T.H., Chang, Y.C., Huang, Y.T., e Chung, Y.C. (2021). Development of Fluorescence In Situ Hybridization as a Rapid, Accurate Method for Detecting Coliforms in Water Samples. *Biosensors*. 11, 1-13.
- Ladero, V. e Sánchez, B. (2017). Molecular and technological insights into the aerotolerance of anaerobic probiotics: examples from bifidobacteria. *Current Opinion in Food Science*. 14, 110-115.
- Lancaster, N. A., Bushey, J. T., Tobias, C. R., Song, B. e Vadas, T. M. (2016). Impact of chloride on denitrification potential in roadside wetlands. *Environmental Pollution*. 212, 216-223.
- Lande, V.W. e Sinha, V.R.P. (2020). Isolation, characterization and recovery of coliphages from sewage source. *Journal of Global Biosciences*. 9, 7442-7453.
- Lanjwani, M.F., Khuhawar, M.Y., Jahangir Khuhawar, T.M., Lanjwani, A.H., Jagirani, M.S., Kori, A.H., Rind, I.K., Khuhawar, A.H. e Dodo, J.M. (2020). Risk assessment of heavy metals and salts for human and irrigation consumption of groundwater in Qambar city: a case study. *Geology, Ecology and Landscapes*. 4, 23-39.
- Latgé, J. P. e Chamilos, G. (2019). *Aspergillus fumigatus* and aspergillosis in 2019. *Clinical Microbiology Reviews*, 33, 1-75.
- Lauková, A., Kubašová, I., Bino, E., Kandričáková, A., Stropfova, V., Žitňan, R. e Pogány Simonová, M. (2019). Enterococci Isolated from Trout in the Bukovec Water Reservoir and Čierny Váh River in Slovakia and Their Safety Aspect. *BioMed Research International*. 2019, 1-7.
- Law, J. W.-F., Ab Mutalib, N. S., Chan, K.-G. e Lee, L.-H. (2015). Rapid methods for the detection of foodborne bacterial pathogens: principles, applications, advantages and limitations. *Frontiers in Microbiology*. 5, 1-19.
- Lee, S., Suwa, M. e Shigemura, H. (2019). Occurrence and reduction of F-specific RNA bacteriophage genotypes as indicators of human norovirus at a wastewater treatment plant. *Journal of Water and Health*. 17, 50-62.
- Leite, M.A., Dias, F.A., Hernandez, F.B.T. Oliveira, J.N (2019). Usos múltiplos da água. In *O Jogo digital na sala de aula - Água, ação e reflexão: elaboração de jogo digital*. Dornfeld, C.B., Talamoni, A.C.B. e Queiroz, T.V. Unesp, ed.1. Ilha Solteira, SP. 46p.
- Lentz, S.A.M., Rivas, P.M., Cardoso, M.R.D.I., Morales, D.D.L., Centenaro, F.C., e Martins, A.F. (2018). *Bacillus cereus* as the main casual agent of foodborne outbreaks in Southern Brazil: data from 11 years. *Cadernos de Saúde Pública*. 34, 1-9.
- Li, C., Gao, X., Li, S. e Bundschuh, J. (2020). A review of the distribution, sources, genesis, and environmental concerns of salinity in groundwater. *Environmental Science and Pollution Research*. 27, 41157-41174.

- Li, J., Zhang, Y., Yang, Y., Liang, Z., Tian, Y., Liu, B., Gao, Z., Jia, L., Chene, L. e Wang, Q. (2019). Effectiveness of Lanzhou lamb rotavirus vaccine in preventing gastroenteritis among children younger than 5 years of age. *Vaccine*. 37, 3611-3616.
- Lima, A. K. S. D., Rodrigues, J. R., Souza, I. D. S. D., Rodrigues, J. C., Souza, T. C. D., Maia, C. R., e Fernandes, O. C. C. (2017). Fungos isolados da água de consumo de uma comunidade ribeirinha do médio Rio Solimões, Amazonas-Brasil: potencial patogênico. *Revista Ambiente e Água*. 12, 1017-1024.
- Loch, T.P. e Faisal, M. (2015). Emerging flavobacterial infections in fish: a review. *Journal of Advanced Research*. 6, 283-300.
- Loconsole, D., Giordano, M., Laforgia, N., Torres, D., Santangelo, L., Carbone, V., Paris, A., Quarto, M., Scavia, G. e Chironna, M. (2020). Case-management protocol for bloody diarrhea as a model to reduce the clinical impact of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. Experience from Southern Italy. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 39, 539-547.
- López-Gálvez, F., Tudela, J. A., Allende, A. e Gil, M. I. (2019). Microbial and chemical characterization of commercial washing lines of fresh produce highlights the need for process water control. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 51, 211-219.
- Lorenzo, I., Serra-Prat, M. e Yébenes, J.C. (2019). The role of water homeostasis in muscle function and frailty: a review. *Nutrients*. 11, 1-15.
- Luo, X., Xiang, X., Huang, G., Song, X., Wang, P., e Fu, K. (2019). Bacterial abundance and physicochemical characteristics of water and sediment associated with hydroelectric dam on the Lancang river China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16, 1-19.
- Ma, L., Guo, H. e Min, W. (2019). Nitrous oxide emission and denitrifier bacteria communities in calcareous soil as affected by drip irrigation with saline water. *Applied Soil Ecology*. 143, 222-235.
- Ma, X. e Bibby, K. (2017). Free chlorine and monochloramine inactivation kinetics of *Aspergillus* and *Penicillium* in drinking water. *Water Research*. 120, 265-271.
- Maciel, N.O., Johann, S., Brandão, L.R., Kucharíková, S., Morais, C.G., Oliveira, A.P., Freitas, G.J.C., Borelli, B.M., Pellizzari, F.M., Santos, D.A., Dijk, P.V. e Rosa, C.A. (2019). Occurrence, antifungal susceptibility, and virulence factors of opportunistic yeasts isolated from Brazilian beaches. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 114, 1-16.
- Martemyanov, V. I. e Vasiliev, A. S. (2018). Regulation of volumes of the muscle, liver, and brain erythrocytes in crucian carp *Carassius auratus* (Cyprinidae) in response to increase in the osmotic concentration in blood plasma. *Journal of Ichthyology*. 58, 563-569.
- Masciopinto, C., De Giglio, O., Scrascia, M., Fortunato, F., La Rosa, G., Suffredini, E., Pazzani, C., Prato, R. e Montagna, M. T. (2019). Human health risk assessment for the occurrence of enteric viruses in drinking water from wells: Role of flood runoff injections. *Science of the Total Environment*. 666, 559-571.
- Malekinejad, H. e Fink-Gremmels, J. (2020). Mycotoxicoses in veterinary medicine: Aspergillosis and penicilliosis. In *Veterinary Research Forum*. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran. 11, 97-103.
- Malik, D.S., Sharma, A.K., Sharma, A.K., Thakur, R. e Sharma, M. (2020). A review on impact of water pollution on freshwater fish species and their aquatic environment. *Advances in Environmental Pollution Management: Wastewater Impacts and Treatment Technologies*. 1, 10-28.
- Mangwani, N., Shukla, S. K., Rao, T. S. e Das, S. (2013). Calcium-mediated modulation of *Pseudomonas mendocina* NR802 biofilm influences the phenanthrene degradation. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*. 114, 301-309.

- Manna, S., Ghanty, C., Baidara, P., Barik, T. K. e Mandal, S. M. (2020). Electrochemical communication in biofilm of bacterial community. *Journal of Basic Microbiology*. 60, 819-827.
- Massara, T. M., Malamis, S., Guisasola, A., Baeza, J. A., Noutsopoulos, C. e Katsou, E. (2017). A review on nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions during biological nutrient removal from municipal wastewater and sludge reject water. *Science of the Total Environment*. 596, 106-123.
- Mboera, L.E., Kishamawe, C., Kimario, E. e Rumisha, S. F. (2019). Mortality patterns of toxoplasmosis and its comorbidities in Tanzania: a 10-year retrospective hospital-based survey. *Frontiers in Public Health*. 7, 1-7.
- McClements, D. J. e Xiao, H. (2017). Is nano safe in foods? Establishing the factors impacting the gastrointestinal fate and toxicity of organic and inorganic food-grade nanoparticles. *Science of Food*. 1, 113.
- Metz, M., Sheehan, J., e Feng, P. C. (2020). Use of indicator bacteria for monitoring sanitary quality of raw milk cheeses—A literature review. *Food Microbiology*, 85, 1-11.
- Miagostovich, M. P., Rocha, M. S., dos Reis, F. B., Sampaio, M. S., da Gama Gracie, R. D. S., Malta, F. C., Rodrigues, J., Genuino, A., Assis, M.R.S., Fumian, T.M. e Barrocas, P. R. G. (2020). Gastroenteric Viruses Detection in a Drinking Water Distribution-to-Consumption System in a Low-Income Community in Rio de Janeiro. *Food and Environmental Virology*. 12, 130–136.
- Milanezi, A., Witusk, J. P. e van der Sand, S. T. (2019). Antifungal susceptibility of yeasts isolated from anthropogenic watershed. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 91, 1-12.
- Mituniewicz–Małek, A., Zielińska, D. e Ziarno, M. (2019). Probiotic monocultures in fermented goat milk beverages—sensory quality of final product. *International Journal of Dairy Technology*. 72, 240-247.
- Moffett, E. R., Baker, H. K., Bonadonna, C. C., Shurin, J. B. e Symons, C. C. (2020). Cascading effects of freshwater salinization on plankton communities in the Sierra Nevada. *Limnology and Oceanography Letters*. 2020, 1-8.
- Mohammad, S. e Jeffree, O. M. (2016). Waterborne food poisoning outbreak of *Bacillus cereus* in primary school Sabah East Malaysia. *International Journal of Advanced Research in Medicine*. 3, 22-29.
- Mohammed, H. e Seidu, R. (2019). Climate-driven QMRA model for selected water supply systems in Norway accounting for raw water sources and treatment processes. *Science of The Total Environment*. 660, 306-320.
- Mohammadi Rouzbahani, M. (2017). Bioaccumulation of heavy metals (Ni, V, Cu, Pb) in various tissues of *Metapenaeus affinis* in the Northwest of Persian Gulf. *Journal of Aquatic Animal Health*. 3, 101-113.
- Monapathi, M.E., Bezuidenhout, C.C. e James Rhode, O.H. (2020). Aquatic yeasts: diversity, characteristics and potential health implications. *Journal of Water and Health*, 18, 91-105.
- Montagner, C.C., Sodr , F.F., Acayaba, R. D., Vidal, C., Campestrini, I., Locatelli, M.A., Pescara, I.C., Albuquerque, A.F., Umbuzeiro, G.A. e Jardim, W.F. (2019). Ten years-snapshot of the occurrence of emerging contaminants in drinking, surface and ground waters and wastewaters from São Paulo State, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 30, 614-632.
- Morris, C., Sakarya, M., Koh, O. e O'Donnell, M. (2020). Alterations in Hemolymph Ion Concentrations and pH in Adult *Daphnia magna* in Response to Elevations in Major Ion Concentrations in Freshwater. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 40, 366-379.
- Motlagh, A. M. e Yang, Z. (2019). Detection and occurrence of indicator organisms and pathogens. *Water Environment Research*, 91, 1402-1408.

MPF (1997). Ministério Público Federal. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: < <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/leis-federais/lei-no-9-433-de-8-de-janeiro-de-1997/view>> Data de acesso: 17/02/2020.

MS (2006). Ministério da Saúde e Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília, DF. p47. Disponível em : <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)> . Acesso em: 21/07/2020.

MS (2011). Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <<file:///C:/Users/Rafael/Downloads/portaria-no-2-914-de-12-de-dezembro-de-2011.pdf>> . Acesso em: 06/05/2021

MS (2017). Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>> Acesso em: 21/05/2020.

MS (2018). Ministério da Saúde. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Informe 2018. Brasília. Disponível em: < <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/julho/02/Apresentacao-Surtos-DTA-Junho-2018.pdf>> Acesso em: 07/01/2021.

MS (2019). Ministério da Saúde. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Brasília. Disponível em: < <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>> Acesso em: 24/05/2020.

Nakada, L.Y.K., Dos Santos, L.U. e Guimarães, J.R. (2020). Pre-ozonation of surface water: An effective water treatment process to reduce the risk of infection by *Giardia* in drinking water. Environmental Pollution. 266, 1-7.

Naqvi, S.S., Javed, S., Naseem, S., Sadiq, A., Khan, N., Sattar, S., Shah, N.A. e Bostan, N. (2020). G3 and G9 Rotavirus genotypes in waste water circulation from two major metropolitan cities of Pakistan. Scientific Reports. 10, 1-9.

Nathaly, M.C.M. e Dayanara, V.P.L. (2018). Hepatitis “A” asociado a las condiciones sociosanitarias en expendedores de alimentos-comedores Jipijapa. Monografía (Licenciado en Laboratorio Clínico). Facultad de Ciencias dela Salud. Jipijapa, Manabí. Ecuador. 115f

Ngoi, S.T., Lee, Y.W., Niek, W.K., Kan, F.K., AbuBakar, S., Ponnampalavanar, S.S.L.S., Idris, N. e Teh, C.S.J. (2020). Atypical Presentation of Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus* Infection in a Dengue-Positive Patient: A Case Report with Virulence Genes Analysis. Pathogens. 9, 1-10.

Nguyen, A.T. e Tallent, S.M. (2019). Screening food for *Bacillus cereus* toxins using whole genome sequencing. Food Microbiology. 78, 164-170.

Nisa, I., Qasim, M., Yasin, N., Ullah, R. E Ali, A. (2020). *Shigella flexneri*: an emerging pathogen. Folia Microbiologica. 65, 275–291.

Nurliyana, M. R., Sahdan, M. Z., Wibowo, K. M., Muslihati, A., Saim, H., Ahmad, S. A., Sari, Y. e Mansor, Z. (2018, April). The detection method of *Escherichia coli* in water resources: A review. Journal of Physics: Conference Series. 995, 1-11.

Ohtomo, R. e Saito, M. (2001). Increase in the culturable cell number of *Escherichia coli* during recovery from saline stress: possible implication for resuscitation from the VBNC state. Microbial Ecology. 42, 208-214.

- Oliveira, H., Santos, C., Paterson, R.R.M., Gusmão, N.B. e Lima, N. (2016). Fungi from a groundwater-fed drinking water supply system in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 13, 1-11.
- ONU (2017). Progression Drinking Water, Sanitation and Hygien. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-annexes-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf?ua=1>> Data de acesso: 23/05/2020.
- ONU (2018). Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/Gloss%C3%A1rio%20-%20ODS%206.pdf>> Data de acesso: 21/05/2020.
- Osmani, M., Mali, S., Hoxha, B., Bekteshi, L., Karamelo, P. e Gega, N. (2019). Drinking water quality determination through the water pollution indicators, Elbasan district. *Thalassia Salentina*. 41, 3-10.
- Palansooriya, K. N., Yang, Y., Tsang, Y. F., Sarkar, B., Hou, D., Cao, X., Meers, E., Rinklebe, J., Kim, K-H. e Ok, Y. S. (2019). Occurrence of contaminants in drinking water sources and the potential of biochar for water quality improvement: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 50, 549-611.
- Panel, E.B., Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Peixe, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Jenkins, C., Pires, S.M., Morabito, S., Niskanen, T., Scheutz, F., Felício, M.T.S., Messens W., e Bolton, D. (2020). Pathogenicity assessment of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and the public health risk posed by contamination of food with STEC. *European Food Safety Authority Journal*. 18, 1-105.
- Paswan, R., e Park, Y.W. (2020). Survivability of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157: H7 pathogens and food safety concerns on commercial powder milk products. *Dairy*. 1, 189-201.
- Patil, R., Levin, S., Halery, N., Gupta, I. e Rajkumar, S. (2019). A smartphone-based early alert system for screening of coliform contamination in drinking water. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2019, 539-547.
- Pearce, E.J. e MacDonald, A.S. (2002). The immunobiology of schistosomiasis. *Nature Reviews Immunology*. 2, 499-511.
- Pendyala, B., Patras, A., Gopisetty, V. V. S., Sasges, M., e Balamurugan, S. (2019). Inactivation of *Bacillus* and *Clostridium* spores in coconut water by ultraviolet light. *Foodborne Pathogens and Disease*. 16, 704-711.
- Peng, J., Kumar, K., Gross, M., Kunetz, T. e Wen, Z. (2019). Removal of total dissolved solids from wastewater using a revolving algal biofilm reactor. *Water Environment Research*. 92, 766-778.
- Peres, B.M. (2017). Identificação e caracterização de bactérias patogênicas e indicadoras por métodos de cultivo e moleculares. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 141f
- Pessoa, E.K.R., Nascimento, W.S., Chellappa, S. e Chellappa, N. T. (2017). Instituto de Ciências Biomédicas. Variações temporais dos parâmetros limnológicos, os grupos frequentes e índices biológicos da comunidade fitoplânctônica do açude Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônia*. 7, 59-64.
- Pienaar, J. A., Singh, A. e Barnard, T. G. (2016). The viable but non-culturable state in pathogenic *Escherichia coli*: A general review. *African Journal of Laboratory Medicine*. 5, 1-9.
- Pinto, P.X., Al-Abed, S.R., Balz, D.A., Butler, B.A., Landy, R.B. e Smith, S.J. (2015). Bench-Scale and Pilot-Scale Treatment Technologies for the Removal of Total Dissolved Solids from Coal Mine Water: A Review. *Mine Water and the Environment*. 35, 94-112.
- Piratoba, A.R.A., Ribeiro, H.M.C., Morales, G.P. e Gonçalves, W.G. (2017). Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Revista Ambiente e Água*. 12, 435-456.

- Pires, A.S.C., Vilarinho, C.M.R., Costa, M.M.L. e Gonçalves, J.A.C. (2020). Identificação das fontes de contaminação de água potável por nitrato nos estados de Minas Gerais e São Paulo. *Research, Society and Development*. 9, 1-21.
- Pontara, A.V., Oliveira, C. D.D.D., Barbosa, A.H., Santos, R.A.D., Pires, R.H. e Martins, C.H.G. (2011). Microbiological monitoring of mineral water commercialized in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42, 554-559.
- Pourali, P. e Yahyaei, B. (2019). Wound healing property of a gel prepared by the combination of *Pseudomonas aeruginosa* alginate and Alhagi maurorum aqueous extract in rats. *Dermatologic Therapy*, 32,1-10.
- Preseau, T., Devriendt, J., Duttman, R., Attou, R., Franck, D., Claeys, R., Honoré, P.M., e De Bels, D. (2020). *Clostridium perfringens* in gas gangrene: Still a smoked gun! *Journal of Translational Internal Medicine*. 8, 54-56.
- Pumipuntu, N. e Piratae, S. (2018). Cryptosporidiosis: A zoonotic disease concern. *Veterinary World*. 11, 681-686.
- Ramessar, K. e Olaniran, A. O. (2019). Antibigram and molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* recovered from treated wastewater effluent and receiving surface water in Durban, South Africa. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 35, 1-11.
- Ramoutar, S. (2020). The use of Colilert-18, Colilert and Enterolert for the detection of faecal coliform, *Escherichia coli* and Enterococci in tropical marine waters, Trinidad and Tobago. *Regional Studies in Marine Science*. 40, 1-8.
- Ranjbar, R. e Farahani, A. (2019). *Shigella*: antibiotic-resistance mechanisms and new horizons for treatment. *Infection and Drug Resistance*, 12, 3137-3167.
- Reid, I.R. e Bolland, M.J. (2019). Controversies in medicine: The role of calcium and vitamin D supplements in adults. *Medical Journal of Australia*. 211, 468-473.
- Rodrigues, C. e Cunha, M.Â. (2017). Assessment of the microbiological quality of recreational waters: indicators and methods. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*. 2, 1-18.
- Rohloff, C.C., Zini, L.B., da Silva, J.C., Gabe, L. M. e Brandestini, M. D. (2019). Avaliação de risco de protozoário em sistemas de abastecimento de água de 2012 a 2018 no Rio Grande do Sul. In Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal, RN.
- Rusydi, A.F. (2018). Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.118, 1-6.
- Saeidi, N., Gu, X., Tran, N.H., Goh, S.G., Kitajima, M., Kushmaro, A., Schmitz, B.W. e Gin, K.Y.H. (2018). Occurrence of traditional and alternative fecal indicators in tropical urban environments under different land use patterns. *Applied and Environmental Microbiology*. 84, 1-16.
- Saeki, E. K., Yamada, A. Y., de Souza, I. A., de Araujo, L. A., Anversa, L., Kobayashi, R. K. T. e Nakazato, G. (2020). Pesquisa fenotípica dos fatores de virulência em *Pseudomonas aeruginosa* isolados de água de abastecimento público. *Scientia Plena*. 16, 1-8.
- Sala-Comorera, L., Caudet-Segarra, L., Galofré, B., Lucena, F., Blanch, A.R. e García-Aljaro, C. (2020). Unravelling the composition of tap and mineral water microbiota: Divergences between next-generation sequencing techniques and culture-based methods. *International Journal of Food Microbiology*. 334, 1-10.

- Salvador, D., Caeiro, M.F., Serejo, F., Nogueira, P., Carneiro, R.N. e Neto, C. (2020). Monitoring Waterborne Pathogens in Surface and Drinking Waters. Are Water Treatment Plants (WTPs) Simultaneously Efficient in the Elimination of Enteric Viruses and Fecal Indicator Bacteria (FIB)?. *Water*. 12, 2824.
- Sangeetha, A., Balakrishnan, S. and Manimaran, K. (2020). Bacteriological quality of different sources of water in Orathanadu region, Tamil Nadu. *Journal of Food and Animal Sciences*. 1, 33-37
- Santos, F.L.N. e Soares, N.M. (2008). Mecanismos fisiopatogênicos e diagnóstico laboratorial da infecção causada pela *Entamoebahistolytica*. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*. 44, 249-261.
- Santos, G.A.C.D. (2019). Ocorrência de *Staphylococcus aureus* em amostras de água de bebedouros e de aspersores em parques públicos da cidade de São Paulo, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 69f
- Santos, G.A., Dropa, M., Rocha, S.M., Peternella, F. A., e Razzolini, M.T.P. (2020). *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in drinking water fountains in urban parks. *Journal of Water and Health*. 18, 654-664.
- Santos, T.D.N. (2017). A comercialização de pescado nas feiras livres de Feira de Santana-BA: concentração de elementos traços em camarões (*litopenaeus vannamei*) oriundos da Baía de Todos os Santos. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente). Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 103f.
- Saran, O., Sulik-Tyszka, B., Basak, G.W. e Wróblewska, M.M. (2019). Activity of Ceftolozane/Tazobactam Against Gram-Negative Rods of the Family Enterobacteriaceae and *Pseudomonas* Spp. Isolated from Onco-Hematological Patients Hospitalized in a Clinical Hospital in Poland. *Medical science monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 25, 305-311.
- Sarmiento-Rubiano, L.A., García, Y., Suarez-Marengo, M., Solana, V.I.H. e Becerra, J.E. (2019). Bifidobacterias como indicadores de contaminación fecal en aguas tropicales. *Revista de Biología Tropical*. 67, 562-571.
- SES/SP. (2009). Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância Epidemiológica. Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica – Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos – Informe Técnico. Disponível em: <[http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta\\_pergunta\\_resposta.pdf](http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta_pergunta_resposta.pdf)>. Acesso em: 22/05/2020.
- Shad, A.A. e Shad, W.A. (2020). *Shigella sonnei*: virulence and antibiotic resistance. *Archives of Microbiology*. 203, 45-58.
- Shahryari, A., Smith, C. D. e Amini, A. (2020). Degradation of Bacterial Water Quality in Drinking Water after Bottling. *The Open Microbiology Journal*. 14, 78-83.
- Shakoor, S., Ahmed, I., Mukhtiar, S., Ahmed, I., Hirani, F., Sultana, S. e Hasan, R. (2018). High heterotrophic counts in potable water and antimicrobial resistance among indicator organisms in two peri-urban communities of Karachi, Pakistan. *BMC Research Notes*, 11, 1-6.
- Shahin, K., Bouzari, M., Wang, R. e Yazdi, M. (2019). Prevalence and molecular characterization of multidrug-resistant *Shigella* species of food origins and their inactivation by specific lytic bacteriophages. *International Journal of Food Microbiology*. 305, 1-10.
- Shen, F., Wu, Q., Liu, P., Jiang, X., Fang, Y. e Cao, C. (2018). Detection of *Aspergillus* spp. contamination levels in peanuts by near infrared spectroscopy and electronic nose. *Food Control*. 93, 1-8.
- Shen, Q., Wang, X., Chen, E. e Ma, Z. (2019). Comparative Study of Test Methods of Total Coliforms in Domestic Drinking Water. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 310, 1-4.



Shimada, S. e Shimizu, T. (2020). The Influence of Different Washing Temperatures on the Quality and Taste of Bean Sprouts. The journal of the Graduate School, Yasuda Women's University. 25, 75-81.

Shoaib, M., Furqan, K., ur Rahman, S., Naveed, A., Aqib, A.I., Kulyar, M.F.E.A., Bhutta, Z.A. e Younas, M.S. (2019). Detection of rotavirus in sewage and drinking water by Latex agglutination test. International Journal of Scientific and Research Publications. 9, 750-756.

Sila, O.N.A. (2019). Physico-chemical and bacteriological quality of water sources in rural settings, a case study of Kenya, Africa. Scientific African. 2, 1-13.

Silva-Sales, M., Martínez-Puchol, S., Gonzales-Gustavson, E., Hundesa, A. e Gironès, R. (2020). High prevalence of rotavirus A in raw sewage samples from northeast Spain. Viruses. 12, 1-10.

Singh, A., Yelverton, C. J. e Barnard, T. G. (2019). Rapid Quantification of the Total Viable Bacterial Population on Human Hands Using Flow Cytometry with SYBR® Green I. Cytometry Part B: Clinical Cytometry. 96, 397- 403.

Soares, C.I.P. (2018). Identificação e diferenciação de *Pseudomonas aeruginosa* na água, superfícies e equipamentos de piscinas. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada). Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Lisboa. 52f.

Solangi, G.S., Siyal, A.A., Babar, M.M. e Siyal, P. (2019). Groundwater quality evaluation using the water quality index (WQI), the synthetic pollution index (SPI), and geospatial tools: a case study of Sujawal district, Pakistan. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 26, 1-21.

Somerton, B., Lindsay, D., Palmer, J., Brooks, J. e Flint, S. (2015). Changes in sodium, calcium, and magnesium ion concentrations that inhibit *Geobacillus* biofilms have no effect on *Anoxybacillus flavithermus* biofilms. Applied and Environmental Microbiology. 81, 5115-5122.

Souto, J.P., Lira, A.G.S. e da Silva Figueira, J. (2015). Poluição fecal da água: microorganismos indicadores. In VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre,RS. 1-6.

Souza, F.P.C., Vitorino, R.R., Costa AP, Faria Junior, F.C., Santana, L.A., Gomes, A.P. (2011). Esquistossomose mansônica: aspectos gerais, imunologia, patogênese e história natural. Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica. 9, 300-307.

Souza, L.T. (2017). *Clostridium perfringens*: uma revisão. Monografia (Especialista em Microbiologia Aplicada). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 48f

Stella, E.I. e Ifeanyi, O.E. (2018). A review of *Salmonella* species and indicator organisms in drinking water. International Journal of Comprehensive Research in Biological Sciences. 5, 5-23.

Stelma, G.N. (2018). Use of bacterial spores in monitoring water quality and treatment. Journal of water and health. 16, 491-500.

Suk, J. E., Vaughan, E. C., Cook, R. G. e Semenza, J. C. (2019). Natural disasters and infectious disease in Europe: a literature review to identify cascading risk pathways. European Journal of Public Health. 30, 928-935

Tagiguchi, Y., Nagayosi, M., Matsuura, Y., Akiba, Y. e Naito, A. (2021). Peribronchial Connective Tissue Infection Caused by *Bifidobacterium longum* and *Veillonella* Species Mimicking Lung Cancer. Internal Medicine. 60, 453-456.

Tavares, F. N. (2015). O início do fim da poliomielite: 60 anos do desenvolvimento da vacina. Revista Pan-Amazônica de Saúde. 6, 9-11.

Taylor, M., Elliott, H.A. e Navitsky, L.O. (2018). Relationship between total dissolved solids and electrical conductivity in Marcellus hydraulic fracturing fluids. *Water Science and Technology*. 77, 1998-2004.

Teramura, H., Sota, K., Iwasaki, M. e Ogihara, H. (2017). Comparison of the quantitative dry culture methods with both conventional media and most probable number method for the enumeration of coliforms and *Escherichia coli* /coliforms in food. *Letters in Applied Microbiology*. 65, 57-65.

Thomas, M.L., Channon, A.A., Bain, R.E., Nyamai, M. e Wright, J.A. (2020). Household-reported availability of drinking water in Africa: A systematic review. *Water*. 12, 1-28.

Thomen, P., Valentin, J. D., Bitbol, A. F. e Henry, N. (2020). Spatiotemporal pattern formation in *E. coli* biofilms explained by a simple physical energy balance. *Soft Matter*. 16, 494-504.

Tiwari, A., Kauppinen, A. e Pitkänen, T. (2019). Decay of *Enterococcus faecalis*, *Vibrio cholerae* and MS2 coliphage in a laboratory mesocosm under brackish beach conditions. *Frontiers in Public Health*. 7, 1-12.

Toni, F. (2004). *Escherichia coli* Shiga Toxigênica (STEC) em crianças no Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 88f.

Torrens, G., Barceló, I.M., Pérez-Gallego, M., Escobar-Salom, M., Tur-Gracia, S., Munar-Bestard, M., González-Nicolau, M.M., Cabrera-Venegas, Y.J., Rigo-Rumbos, E. N., Cabot, G., López-Causapé, C., Rojo-Molinero, E., Oliver, A. e Juan, C. (2019). Profiling the susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* strains from acute and chronic infections to cell-wall-targeting immune proteins. *Scientific Reports*. 9, 1-15.

Udyavara, V., Thangavel, S. e Venugopal, M. N. (2019). Occurrence and distribution of pollution indicator bacteria in shellfish harvesting waters of Karnataka. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*. 48, 217-222.

UNICEF e WHO (2019). World Health Organization and The United Nations Children's Fund . Progress on household drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017: Special focus on inequalities, New York .p 7-9. Disponível em: < [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/jmp-report-2019/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-report-2019/en/)> Acesso: 21/05/2020.

Valcheva, N., e Ignatov, I. (2020). Microbiological Research of the Effects of Electromagnetic Fields of the Bacteria *Escherichia coli*, *Enterococci*, Coliforms and *Clostridium perfringens*. *Microbiology Research Journal International*. 30, 39-44.

Vandegrift, J., Hooper, J., da Silva, A., Bell, K., Snyder, S. e Rock, C. M. (2019). Overview of monitoring techniques for evaluating water quality at potable reuse treatment facilities. *Journal-American Water Works Association*. 111, 12-23.

Valeriani, R.G., Beard, L.L., Moller, A., Ohtani, K. e Vidal, J.E. (2020). Gas gangrene-associated gliding motility is regulated by the *Clostridium perfringens* CpAL/VirSR system. *Anaerobe*. 66, 1-9.

Vecchia, A.D. e Castilhos-Fortes, R.D. (2007). Contaminação fúngica em granola comercial. *Food Science and Technology*. 27, 324-327.

Villicaña, C., Amarillas, L., Cota-Álvarez, A., León-Félix, J. e Gómez-Gil, B. (2019). Environmental surveillance of norovirus and hepatitis A virus in raw oysters at seafood retailers in Sinaloa, Mexico: detection of GII. P13 norovirus genotype. *Research Square*. 1, 1-24.

Wahli, T. e Madsen, L. (2018). Flavobacteria, a never ending threat for fish: a review. *Current Clinical Microbiology Reports*. 5, 26-37.

Waideman, M. A., Teixeira, V. P., Uemura, E. H., Stamford, T. M., Leal, D. A. G., Stangarlin-Fiori, L., Ferreira, S.M.R., Taconeli, C.A. e Beux, M. R. (2020). *Enterococci* used as complementary indicator of fecal contamination to assess water quality from public schools in the city of Curitiba, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*. 23, 1-12.

- Walker, P., Parnell, S. e Dillon, R.C. (2020). Epsom salt ingestion leading to severe hypermagnesemia necessitating dialysis. *The Journal of Emergency Medicine*. 58, 767-770.
- Wang, T., Flint, S. e Palmer, J. (2019). Magnesium and calcium ions: roles in bacterial cell attachment and biofilm structure maturation. *Biofouling* 35, 959-974.
- Wei, L., Wu, Q., Zhang, J., Guo, W., Gu, Q., Wu, H., Wang, J., Lei, T., Xue, L., Zhang, Y. Weil, X. e Zeng, X. (2020). Prevalence, Virulence, Antimicrobial Resistance, and Molecular Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* Isolates From Drinking Water in China. *Frontiers in Microbiology*. 11, 1-9.
- Wen, G., Cao, R., Wan, Q., Tan, L., Xu, X., Wang, J. e Huang, T. (2020). Development of fungal spore staining methods for flow cytometric quantification and their application in chlorine-based disinfection. *Chemosphere*, 243,1-10.
- WHO (2011). WHO (2011). World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>> . Acesso em: 07/01/2021.
- WHO (2014). World Health Organization, UN-Water. UN-water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2014 – report. Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/glaas\\_report\\_2014/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2014/en/)> Acesso em: 22/05/2020.
- WHO (2015). World Health Organization. Inheriting a sustainable world: Atlas on children’s health and the environment. Disponível em: <<https://www.who.int/ceh/publications/inheriting-a-sustainable-world/en/>> Acesso em: 22/05/2020.
- WHO (2017). World Health Organization. Don’t pollute my future! The impact of the environment on children’s health. Disponível em: <<https://www.who.int/ceh/publications/don-t-pollute-my-future/en/#:~:text=It%20was%20estimated%20in%202012,and%20inadequate%20hygiene%20or%20chemicals.>>. Acesso em: 07/07/2020.
- WHO (2018). A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/national-regulations-and-standards-for-drinking-water-quality/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/national-regulations-and-standards-for-drinking-water-quality/en/)> . Acesso em: 07/01/2021.
- Wilck, N., Balogh, A., Markó, L., Bartolomaeus, H. e Müller, D.N. (2019). The role of sodium in modulating immune cell function. *Nature Reviews Nephrology*. 15, 546-558.
- Wilson, R.E., Stoianov, I. e O’Hare, D. (2019). Continuous chlorine detection in drinking water and a review of new detection methods. *Johnson Matthey Technology Review*. 63, 103-118.
- Wong, C. B., Sugahara, H., Odamaki, T. e Xiao, J. Z. (2018). Different physiological properties of human-residential and non-human-residential bifidobacteria in human health. *Beneficial microbes*. 9, 111-122.
- Wu, X., Gong, Y., Xu, S., Yan, Z., Zhang, X. e Yang, S. (2019). Electrical conductivity of lithium chloride, lithium bromide, and lithium iodide electrolytes in methanol, water, and their binary mixtures. *Journal of Chemical and Engineering Data*. 64, 4319-4329.
- Xaplanteri, P., Chondroleou, A., Kolonitsiou, F., Skintzi, A., Anastassiou, E. D., Marangos, M. e Spiliopoulou, I. (2019). Postpartum bacteraemia outbreak due to *Bacillus cereus* in the delivery room. *New Microbes and New Infections*. 29, 1-3.
- Xiu, L., Liu, Y., Wu, W., Chen, S., Zhong, Z. e Wang, H. (2020). Prevalence and multilocus sequence typing of *Clostridium perfringens* isolated from 4 duck farms in Shandong province, China. *Poultry Science*. 99, 5105-5117.

- Yasmin, I., Saeed, M., Khan, W. A., Khaliq, A., Chughtai, M. F. J., Iqbal, R., Tehseen, S., Naz, S., Liaqat, A., Mehmood, T., Ahsan, S. e Tanweer, S. (2020). In Vitro Probiotic Potential and Safety Evaluation (Hemolytic, Cytotoxic Activity) of *Bifidobacterium* Strains Isolated from Raw Camel Milk. *Microorganisms*. 8, 1-21.
- Ye, Y., Ling, N., Jiao, R., Wu, Q., Han, Y. e Gao, J. (2015). Effects of Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> on the biofilm formation of *Cronobacter sakazakii* strains from powdered infant formula. *Journal of Food Safety*. 35, 416-421.
- Yelika, S.B., Tumati, A. e Denoya, P. (2020). Intestinal aspergillosis: systematic review on patterns of clinical presentation and management. *Surgical Infections*. 21, 1-7.
- Yi, J., Lee, J., Jung, H., Park, P. K. e Noh, S. H. (2019). Reduction of bacterial regrowth in treated water by minimizing water stagnation in the filtrate line of a gravity-driven membrane system. *Environmental Engineering Research*. 24, 17-23.
- Zainudin, L.D., Raja Shariff, R.E.F., Hanafiah, M., Noh, R.M., Yuhana, Y. e Awad, S.N. (2018). Disseminated penicilliosis (non-*Penicillium marneffei*) in an immuno-competent individual in Malaysia. *Proceedings of Singapore Healthcare*. 27, 132-135.
- Zhang, L., Gao, G., Tang, X. e Shao, K. (2014). Impacts of different salinities on bacterial biofilm communities in fresh water. *Canadian Journal of Microbiology*. 60, 319-326.
- Zhang, X.Y., Li, Z.Y., Zhang, Y., Zang, X.Q., Ueno, K., Misawa, H. e Sun, K. (2019). Bacterial concentration detection using a pcb-based contactless conductivity sensor. *Micromachines*. 10, 1-11.
- Zhao, X.Y. e Ewald, S.E. (2020). The molecular biology and immune control of chronic *Toxoplasma gondii* infection. *The Journal of Clinical Investigation*. 130, 3370-3380.
- Zheng, G. e Shen, Z. (2018). Host-specific genetic markers of fecal bacteria for fecal source tracking in food and water. *Journal of Food: Microbiology, Safety and Hygiene*. 3, 1-8.
- Zhou, H., Wang, S., von Seidlein, L. e Wang, X. (2019). The epidemiology of norovirus gastroenteritis in China: disease burden and distribution of genotypes. *Frontiers of Medicine*. 14, 1-7.