

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**FERNANDA RIFFEL**

**ANÁLISE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA  
DO RIO URUGUAI NA CIDADE DE URUGUAIANA (RS)**

**Uruguaiana  
2022**

**FERNANDA RIFFEL**

**ANÁLISE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA  
DO RIO URUGUAI NA CIDADE DE URUGUAIANA (RS)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Cheila Denise Ottonelli Stopiglia

Coorientadora: Taciane Maia Barbosa Martins

**Uruguaiana  
2022**

**FERNANDA RIFFEL**

**ANÁLISE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA  
DO RIO URUGUAI NA CIDADE DE URUGUAIANA (RS)**

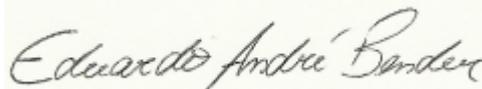
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Farmácia da Universidade Federal do  
Pampa, como requisito parcial para obtenção do  
Título de Bacharel em Farmácia.

Trabalho de Conclusão de Curso  
Banca examinadora:



---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Cheila Denise Ottonelli Stopiglia  
Orientadora  
UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Eduardo André Bender  
UNIPAMPA



---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daiana Silva de Ávila  
UNIPAMPA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

R564a Riffel, Fernanda

Análise e monitoramento da qualidade microbiológica da água  
do Rio Uruguai na cidade de Uruguaiana (RS) / Fernanda Riffel.  
41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, FARMÁCIA, 2022.

"Orientação: Cheila Denise Ottonelli Stopiglia".

1. Rio Uruguai. 2. Qualidade microbiológica. 3.  
Classificação das águas. 4. Tubos múltiplos. 5. Coliformes. I.  
Título.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer imensamente a minha família por todo apoio. Aos meus pais, pelo amor incondicional, suporte psicológico e financeiro, sem o incentivo de vocês essa jornada não seria possível. Obrigada também por compreenderem minha ausência em tantos momentos.

Ao meu irmão, Eduardo Riffel, que sempre esteve ao meu lado, sendo um dos meus maiores incentivadores e meu pilar em tantas circunstâncias. Tenho muito orgulho de ti!

Aos meus avós, por todo cuidado e amor que sempre me proporcionaram. Obrigada vó, Ione Maria Grings Riffel (*in memoriam*), por ser meu maior exemplo de fé, força e solidariedade.

Aos meus amigos e amigas, por se fazerem presentes mesmo distantes, e as novas amigadas que caminharam e conviveram junto comigo durante esse período de graduação. Vocês foram essenciais para tornar esse período mais leve e agradável.

A professora Cheila Denise Ottonelli Stopiglia, por ter me dado a oportunidade de ser sua pupila e pela disposição em me ajudar e auxiliar. Não tenho palavras para agradecer tudo que a senhora fez e faz por mim. Tens meu carinho e admiração como pessoa e profissional!

Aos meus colegas de laboratório de pesquisa, em especial a Taciane Barbosa pela orientação, ao Gustavo Ruchel, Gabriele Drehmer, Darliane Andreis, Nicolle Hoesel e Alexandra Pretto pelas assistências nos experimentos e pela amizade compartilhada.

Aos professores e professoras do curso de Farmácia, por todos os ensinamentos e conhecimento compartilhado, especialmente a Professora Daiana Ávila e o Professor Eduardo Bender pela disponibilidade em compor a banca deste trabalho.

A Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de desenvolvimento e enriquecimento da minha formação.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

## RESUMO

O Rio Uruguai constitui um dos principais rios do estado do Rio Grande do Sul, apresentando aproximadamente 1.770km de comprimento. O município de Uruguiana está entre as principais cidades gaúchas banhadas por suas águas, sendo estas empregadas em diversas atividades agrícolas, agropecuárias, pesca, lazer e para abastecimento da população. Desta forma, este trabalho objetivou analisar e monitorar a qualidade da água em dois pontos distintos do Rio Uruguai na cidade de Uruguiana, Rio Grande do Sul, caracterizados por área com predominância de resíduos de esgotos residenciais e área com prevalência de resíduos agropecuários, entre os meses de março e julho de 2022. As amostras foram analisadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Pampa, estabelecendo-se o número mais provável por 100 mililitros de amostra, pela técnica dos tubos múltiplos. Os resultados obtidos foram correlacionados aos padrões de qualidade microbiológica de águas doces conforme a Resolução Número 20 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. De acordo com este estudo, todas as amostras apresentaram positividade para coliformes totais. Em relação a classificação, nenhum dos pontos pertence a Classe Especial ou Classe I. As águas do Rio Uruguai nos pontos com predomínio de resíduos de esgoto residencial e agrícola podem ser classificadas como Classe II. A principal fonte de contaminação do Rio Uruguai está diretamente relacionada às atividades humanas. Os dados estabelecidos por este estudo constituem uma importante fonte de informação para a população, que poderá servir de base para realização de ações que visem a preservação do Rio Uruguai e para futuros estudos comparativos.

**Palavras-chaves:** Rio Uruguai, Qualidade microbiológica, Classificação das águas, Tubos múltiplos, Coliformes.

## **ABSTRACT**

The Uruguay River is one of the main rivers in the state of Rio Grande do Sul, with approximately 1,770 km in length. The municipality of Uruguaiiana is among the main cities in Rio Grande do Sul bathed by its waters, being used in various agricultural activities, fishing, leisure and supplying for the population. Thus, this research aimed to analyze and monitor the water quality in two different points of the Uruguay River in the city of Uruguaiiana, Rio Grande do Sul, characterized by an area with a predominance of residential sewage waste and an area with a prevalence of agricultural waste, between March and July 2022. The samples were analyzed at the Microbiology Laboratory of the Federal University of Pampa, establishing the most likely number per 100 milliliters of sample, using the multiple tube technique, The results obtained were correlated to the microbiological quality standards of fresh water established by resolution number 20 of 1986 of the National Council for the Environment. According to this research, all samples were positive for total coliforms. Regarding the classification, none of the points belongs to Special Class or Class I. The waters of the Uruguay River in the points with predominance of residential and agricultural sewage can be classified as Class II. The main source of contamination of the Uruguay River is directly related to human activities. The data established by this study constitute an important source of information for the population, it may serve as a basis for carrying out actions aimed at preserving the Uruguay River and for future comparative studies.

**Keywords:** Uruguay River, Microbiological quality, Water classification, Multiple tubes, Coliforms.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidades hidrográficas da Região Hidrográfica do Rio Uruguai.....	16
Figura 2 – Representação da bactéria <i>Escherichia coli</i> .....	21
Figura 3 – Representação da localização dos pontos de coleta.....	24
Figura 4 – URB: área com predomínio de resíduos residenciais.....	24
Figura 5 – AGR: área com predomínio de resíduos agropecuários.....	25
Figura 6 – Controle negativo e diluição positiva em meio Lauril Sulfato de Sódio....	26
Figura 7 – Controle negativo e diluição positiva em meio Verde Brilhante.....	27
Figura 8 – Controle negativo e diluição positiva em meio EC.....	27
Figura 9 – Carreamento de resíduos pela chuva no ponto URB no mês de julho....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites máximos microbiológicos descritos na Resolução nº 20/86 para coliformes fecais.....	19
Tabela 2 – Resultados microbiológicos pela técnica do N.M.P. ponto URB.....	28
Tabela 3 – Resultados microbiológicos pela técnica do N.M.P. ponto AGR.....	29
Tabela 4 – Valores de pH das amostras.....	30
Tabela 5 – Parâmetros químicos mês de junho.....	31
Tabela 6 – Parâmetros químicos mês de julho.....	31
Tabela 7 – Nível do Rio Uruguai em metros no momento das coletas e altura mínima e máxima de cada mês.....	32
Tabela 8 – Número Mais Provável por 100mL, para séries de 3 tubos com inóculos de 10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL, e respectivos intervalos de confiança 95%.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS

caldo EC – caldo *Escherichia coli*

cap. – capítulo

col. – colaborador(es)

coord. – coordenador

ed. – edição

f. – folha

km – quilômetros

mL – mililitros

n. – número

org. – organizador

p. – página

v. – volume

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA – Agência Nacional de Águas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NMP – Número Mais Provável

OMS – Organização Mundial da Saúde

RS – Rio Grande do Sul

SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TM – Tubos Múltiplos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Rio Uruguai.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Descrição da Região Hidrográfica do Rio Uruguai.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>Classificação das águas doces.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Crítérios microbiológicos para classificação das águas doces.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3</b>	<b>Infecções ocasionadas pelo consumo de águas contaminadas.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4</b>	<b>Coliformes totais.....</b>	<b>20</b>
<b>4.5</b>	<b>Coliformes termotolerantes.....</b>	<b>21</b>
<b>4.5.1</b>	<b><i>Escherichia coli</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>4.6</b>	<b>Método dos tubos múltiplos.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Amostragem e coleta.....</b>	<b>23</b>
<b>5.2</b>	<b>Método dos tubos múltiplos.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Teste presuntivo.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Teste confirmativo.....</b>	<b>26</b>

<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Rio Uruguai tem origem do cruzamento das águas do Rio Pelotas e do Rio Canoas, apresentando aproximadamente 1.770 km de extensão e 400 metros de altitude (ECOIA, 2021; SILVA, J., 2016; ANA, 2015). Sua região hidrográfica denota grande importância para o país, em virtude do seu potencial hidrelétrico e das atividades agroindustriais desenvolvidas ao longo do seu curso (ANA, 2015).

No entanto, a região hidrográfica do Rio Uruguai vem sofrendo com atividades de exploração e, conseqüentemente, sua contaminação. Vale destacar a ausência de sistema de tratamento de esgoto adequado em áreas urbanas; atividades agropecuárias, com emissão de dejetos nos rios; cultivo agrícola com uso de agrotóxicos e sem emprego de práticas de conservação de solo; despejo de resíduos industriais; desmatamento e extração madeireira (ANA, 2012).

A água contaminada pode ser responsável por transmitir diversas patologias, dentre as doenças destacadas estão: amebíase, giardíase; gastroenterites; hepatites infecciosas (hepatite tipo A); febre tifoide; cólera e leptospirose (BARSANO *et al.*, 2014). Entre as causadoras de gastroenterites estão as bactérias. O grupo coliformes é utilizado como indicativo de contaminação fecal, sendo a sua representante a espécie *Escherichia coli* (FUNASA, 2013).

A ação humana para com o Rio Uruguai tem sido cada vez mais significativa, devido ao despejo de efluentes domésticos e agropecuários sem tratamento propício, assim como, o desmatamento da mata nativa e a danos aos arroios. Em decorrência a esses fatos, é relevante desenvolver monitoramentos da qualidade da água, para que num futuro próximo, não haja o risco de se ter os córregos, arroios e o próprio Rio Uruguai, completamente contaminados (QUEROL *et al.*, 1997).

À vista disso, este trabalho objetivou avaliar a qualidade microbiológica da água do Rio Uruguai, através da análise de coliformes totais e coliformes fecais nas amostras de água coletadas, de dois pontos distintos, na cidade de Uruguaiana, identificados pela presença de resíduos oriundos de áreas residenciais e de atividades agrícolas, para tal finalidade utilizou-se o método dos tubos múltiplos, em concordância com a Instrução Normativa SDA - 62 (2003), obedecendo os critérios de classificação microbiológica da Resolução nº 20 de 28 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

## 2 JUSTIFICATIVA

A região hidrográfica do Rio Uruguai expressa grande importância para as comunidades que a usufruem, seja mediante atividades de grande escala, através da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas, produção pecuária e irrigação para agricultura, assim como mais intimamente relacionadas ao coletivo, a exemplo do abastecimento de água e pesca para as populações ribeirinhas (ANA, 2015).

Em decorrência da ação humana exploratória sobre o Rio Uruguai, se faz necessário e pertinente o desenvolvimento de estudos para análise da qualidade microbiológica das águas do rio, a fim de avaliar os índices de contaminação e classificação das águas doces de acordo com as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Desta forma, este trabalho poderá contribuir com dados e informações sobre os níveis de contaminação da água do Rio Uruguai e a sua implicação na saúde da população.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Analisar e monitorar a qualidade da água do Rio Uruguai na cidade de Uruguaiana, Rio Grande do Sul, através de análises microbiológicas de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Analisar os parâmetros microbiológicos da água do Rio Uruguai, através de monitoramento da qualidade durante o período de março a julho de 2022.

Avaliar a qualidade microbiológica da água do Rio Uruguai em dois pontos distintos, na cidade de Uruguaiana, caracterizados pela presença de resíduos oriundos de áreas residenciais e de atividades agrícolas.

Classificar a qualidade microbiológica da água oriunda do Rio Uruguai, em pontos da cidade de Uruguaiana, de acordo com as classes de águas doces dispostas na Resolução CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986.

## **4 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Rio Uruguai**

Origina-se do cruzamento das águas do Rio Pelotas e do Rio Canoas, dispondo de aproximadamente 1.770 km de extensão, com 400 metros de altitude. No Brasil, a bacia do Rio Uruguai localiza-se nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Após receber a afluência do rio Quaraí, que demarca os limites entre Brasil e Uruguai, marca a fronteira entre Argentina e Uruguai, seguindo até sua foz no Rio da Prata. A Região Hidrográfica apresenta grande importância para o país, em decorrência das atividades agroindustriais desenvolvidas e do seu potencial hidrelétrico, estando a cidade de Uruguaiana entre os principais municípios gaúchos banhados pelas suas águas (ECOIA, 2021; SILVA J., 2016; ANA, 2015).

#### **4.1.1 Descrição da Região Hidrográfica do Rio Uruguai**

A hidrografia do Rio Uruguai pode ser apontada como: trecho médio/alto do Rio Uruguai, o qual apresenta um grande potencial hidrelétrico, devido às suas características topográficas e principais afluentes; trecho médio/ baixo, destacado pelo intenso uso das águas para irrigação de lavouras de arroz, que representa 97% da demanda total dessa área; e trecho baixo que apresenta alta utilização para o abastecimento urbano (ANA, 2015).

Dentre as ameaças existentes na região hidrográfica do Uruguai (figura 1), vale destacar a ausência de sistema de tratamento de esgoto adequado em áreas urbanas; em locais de acentuada concentração de suinocultura, assim como, outras atividades agropecuárias, com emissão de dejetos nos rios; o cultivo agrícola com uso de agrotóxicos e sem emprego de práticas de conservação de solo; e o despejo de resíduos industriais, principalmente ligadas ao ramo de alimentos, nos cursos de água. Além disso, o desmatamento oriundo da extensão da fronteira agropecuária e da extração madeireira acarretou no aumento do escoamento superficial das águas,



2016. Nessa análise foram coletadas amostras de água de três pontos no Rio Uruguai, próximos à Ponte Internacional Brasil - Argentina, avaliadas pelo emprego da técnica do número mais provável (N.M.P), onde seus resultados demonstraram que a água, naquele período, poderia ser classificada como classe II, de acordo com a resolução 20/86 do CONAMA, estando propícia para o abastecimento doméstico, após tratamento convencional, e satisfatória para uso recreativo.

Sendo assim, pode-se sugerir que, possivelmente, houve uma diminuição no nível da contaminação microbiana por coliformes fecais das águas do Rio Uruguai durante o intervalo de 15 anos entre a realização das duas avaliações citadas. Entretanto, os resultados destes estudos podem significar também que há diferentes níveis de contaminação e, conseqüentemente, diferentes classificações no decorrer do percurso do rio na cidade de Uruguaiana.

## **4.2 Classificação das águas doces**

Segundo a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, que dispõem da classificação dos corpos de água e apresenta diretrizes ambientais para seu enquadramento, as águas doces, definidas como águas com salinidade inferior ou igual a 0,5%, podem ser classificadas como:

Classe especial: onde as águas podem ser destinadas a) ao abastecimento doméstico; b) à preservação das populações aquáticas;

Classe 1: na qual as águas podem ser empregadas a) ao abastecimento doméstico, após tratamento simplificado; b) à proteção das populações aquáticas; c) à atividades de lazer, como natação, mergulho e esqui aquático; d) para irrigação de hortas e pomares, nos quais as hortaliças e frutas se desenvolvam próximas ao solo e seu consumo ocorra sem a remoção de películas e sem cozimento; e e) à aquicultura;

Classe 2: nesta classe as águas podem ser aplicadas, a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das populações aquáticas; c) à atividades de lazer, como natação, mergulho e esqui aquático; d) irrigação de hortas e pomares; e) à pesca e aquicultura;

Classe 3: as águas podem ser indicadas a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de plantas arbóreas, cereais e forragens; c) dessedentação animal;

Classe 4: águas destinadas a) à navegação; b) paisagismo e c) usos com menor exigência (CONAMA, 1986).

#### **4.2.1 Critérios microbiológicos para classificação das águas doces**

Para classificar as águas em classe especial, com uso de abastecimento sem prévia desinfecção, os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Para avaliação de coliformes em águas doces de Classe 1, para o uso de recreação de contato primário deve-se seguir o artigo nº 26 da resolução nº 20/86, que trata sobre a balneabilidade das águas. As águas utilizadas para a irrigação de hortas ou pomares de plantas que se desenvolvam próximas ao solo e que são consumidas sem cozimento, sem remoção de película externa, não devem ser poluídas por dejetos humanos. Para outros usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos cinco amostras mensais, colhidas em qualquer mês.

Em águas de Classe 2, para o uso de recreação de contato primário deve-se seguir o artigo nº 26 da resolução nº 20/86, que trata sobre a balneabilidade das águas. Nos demais usos, não deverá exceder o limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos cinco amostras mensais, coletadas em qualquer mês;

Em águas de Classe 3, o limite máximo permitido é de 4.000 coliformes fecais por 100 mililitros; em 80% ou mais, de pelo menos cinco amostras mensais, colhidas em qualquer mês.

Para águas de Classe 4 não são analisados padrões de coliformes fecais (CONAMA, 1986).

Os valores máximos de coliformes fecais para cada Classe de água estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1**– Limites máximos microbiológicos descritos na Resolução nº 20/86 para coliformes fecais.

Classe de água	N.M.P./ 100 mL de coliformes fecais
Classe 1	200 N.M.P./ 100 mL
Classe 2	1.000 N.M.P./ 100 mL
Classe 3	4.000 N.M.P./ 100 mL

Fonte: CONAMA Resolução nº 20/86.

### 4.3 Infecções ocasionadas pelo consumo de águas contaminadas

A água é um elemento essencial à vida, no entanto, pode ser também responsável pela transmissão de diversas patologias. As mais relatadas são: amebíase, giardíase; gastroenterite; hepatites infecciosas (hepatite tipo A); febre tifóide; cólera e leptospirose (BARSANO *et al.*, 2014). A amebíase e a giardíase são parasitoses provocadas por espécies de *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*, respectivamente, a infecção ocorre devido o consumo de água contaminada por fezes que contenham a presença destes protozoários. As gastroenterites podem ser de origem viral ou bacteriana, apresentando grande incidência em regiões que não apresentam tratamento de água adequado, rede de esgoto, descarte apropriado de lixo e/ou água encanada, estas doenças mostram-se responsáveis por grande parte dos óbitos em crianças com idade inferior a um ano em localidades que apresentam saneamento básico precário (BARSANO *et al.*, 2014; TORTORA *et al.*, 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças diarreicas constituem a segunda principal causa de morte em crianças menores de cinco anos, embora estas sejam evitáveis e tratáveis (WHO, 2004). A febre tifóide (*Salmonella typhi*), cólera (*Vibrio cholerae*) e leptospirose (*Leptospira* spp.) são infecções bacterianas; sendo as duas primeiras contraídas pela ingestão de água contaminada e a última, frequentemente associada, ao contato com águas contaminadas por

urinas de animais, especialmente ratos (BARSANO *et al.*, 2014; TORTORA *et al.*, 2017; MADIGAN *et al.*, 2016).

A água potável deve ser livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal e micro-organismos patogênicos. Bactérias pertencentes ao grupo coliformes são utilizadas como indicativo de contaminação fecal, sendo a sua principal representante a espécie *Escherichia coli* (FUNASA, 2013).

#### **4.4 Coliformes totais**

Os coliformes são caracterizados como bactérias Gram-negativas, em forma de bastonetes, anaeróbicas facultativas ou aeróbicas, sem formação de endosporos, e com capacidade de fermentar lactose. Posto que alguns coliformes não fazem parte somente da colonização da microbiota intestinal, mas habitualmente são encontrados em amostras de solo e vegetais, para análise de alimentos e água padronizou-se a identificação de coliformes fecais (TORTORA *et al.*, 2017).

A escolha deste grupo como indicador de contaminação deve-se pelo fato de que estas bactérias estão presentes em fezes de animais de sangue quente, dentre eles os seres humanos; sua detecção e quantificação podem ser executadas, em qualquer tipo de água, com técnicas simples e econômicas; a concentração destes micro-organismos na água contaminada apresenta relação diretamente proporcional a contaminação fecal desta; demonstram maior tempo de sobrevivência na água, por menor exigência nutricional, que bactérias patogênicas intestinais; são incapazes de se multiplicar no meio aquático ou menor proliferação que as bactérias entéricas; e mostram-se mais resistentes a ação de agentes desinfetantes e tensoativos que as patogênicas (FUNASA, 2013; TORTORA *et al.*, 2017; MADIGAN *et al.*, 2016).

Os coliformes não apresentam patogenicidade sob condições normais, contudo, algumas linhagens destes micro-organismos podem acarretar em infecções oportunistas do trato geniturinário e diarreia (TORTORA *et al.*, 2017).

## 4.5 Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes compõem um subgrupo das bactérias do grupo coliformes, que fermentam lactose a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, sendo esta de origem exclusivamente fecal, sobrevivendo por um período relativamente curto de tempo fora do ambiente intestinal. A presença de bactérias desta espécie em amostras de água sinalizam contaminação fecal, indicando que a água analisada encontra-se imprópria para consumo humano. Entretanto, a ausência de *E. coli* não garante que uma fonte de água seja potável, pelo fato de que outras bactérias, vírus ou protozoários patogênicos possam também estar presentes (FUNASA, 2013; MADIGAN *et al.*, 2016).

### 4.5.1 *Escherichia coli*

Caracterizada como bactéria Gram-negativa predominantemente anaeróbica facultativa (MIRSEPASI-LAURIDSEN *et al.*, 2019). Essa espécie de micro-organismo normalmente coloniza o trato gastrointestinal de crianças algumas horas após o nascimento e contribui para manutenção da homeostase intestinal, seu nicho principal de colonização é a mucosa do cólon dos mamíferos (KAPER; NATARO; MOBLEY, 2004; MIRSEPASI-LAURIDSEN *et al.*, 2019).

**Figura 2** – Representação da bactéria *Escherichia coli*.



Fonte: Kaper *et al.*, 2004.

Suas cepas são classificadas, baseadas em características genéticas e clínicas, em três grupos principais: cepas comensais, encontradas no intestino humano e de animais, sem fatores de virulência especializados; cepas patogênicas intestinais, relacionada a quadros de diarreia; e *E. coli* patogênica extra-intestinal (ExPEC) (MIRSEPASI-LAURIDSEN *et al.*, 2019). Cepas de *E. coli* comensais raramente causam doenças, entretanto, em hospedeiros imunocomprometidos ou indivíduos nos quais as barreiras gastrointestinais normais encontram-se lesadas podem apresentar patogenicidade (KAPER; NATARO; MOBLEY, 2004). Dentre as cepas patogênicas intestinais, destacam-se: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* produtora de toxina Shiga (STEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC). Esses tipos de *E. coli* desencadeiam doenças gastrointestinais que podem variar de diarreia autolimitada a colite hemorrágica. A *E. coli* patogênica extra-intestinal (ExPEC) está associada a infecções fora do ambiente intestinal, como no trato genitourinário, sistema nervoso central, sistema circulatório e trato respiratório (MIRSEPASI-LAURIDSEN *et al.*, 2019).

#### 4.6 Método dos Tubos Múltiplos

Os métodos para avaliação da presença de coliformes em amostras de água baseiam-se na capacidade que estas bactérias possuem de fermentação em meios contendo lactose. A técnica dos tubos múltiplos pode ser empregada para estimar o número de coliformes através da análise do número mais provável (N.M.P.). O N.M.P. consiste em uma ferramenta estatística, que fornece uma estimativa de 95% de probabilidade de uma população bacteriana estar em uma faixa determinada, tendo como base o princípio de que quanto maior o número de micro-organismos presentes na amostra analisada, maior será o número de diluições realizadas para diminuir a densidade bacteriana até que as mesmas não se encontrem mais presentes nos tubos de diluição seriada (TORTORA *et al.*, 2017).

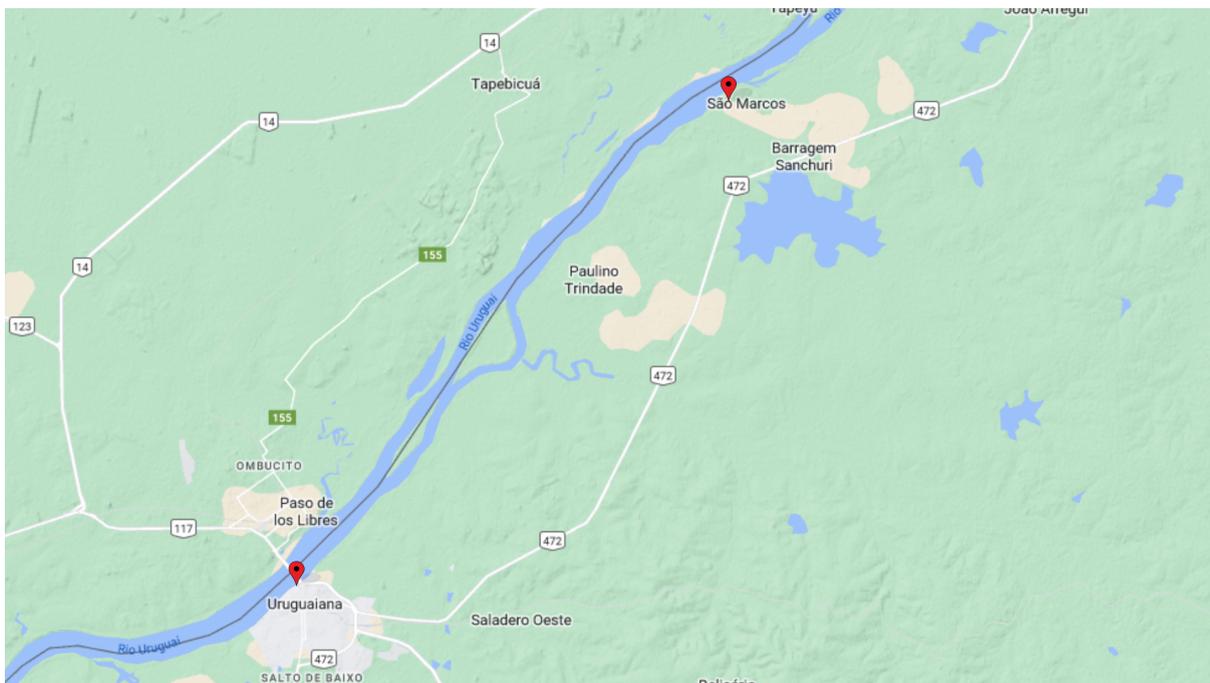
## 5 METODOLOGIA

As amostras de água do Rio Uruguai foram avaliadas quanto às suas características microbiológicas, com objetivo de investigar a ausência ou presença de bactérias pertencentes ao grupo coliformes, em especial coliformes fecais, durante o período de março a julho de 2022. Observou-se o nível do volume de água dos pontos nas datas das coletas e mediu-se o pH das amostras. Verificou-se, em parceria com o Núcleo de Pesquisas Ictiológicas, Limnológicas e Aquicultura da Bacia do Rio Uruguai (NUPILABRU), os parâmetros químicos dos meses de junho e julho, como concentração de nitrito, amônia e alcalinidade. Os dados do nível do rio foram extraídos do site da Prefeitura Naval Argentina, a aferição do pH se deu pelo emprego de fita reativa de pH, as concentrações de nitrito e amônia foram avaliadas através de espectrofotometria, e a alcalinidade foi quantificada utilizando titulação.

### 5.1 Amostragem e coleta

As amostras de água do Rio Uruguai foram coletadas durante a última quinzena de cada mês, sendo realizadas com o emprego de um frasco de vidro estéril de 1000 mL para cada um dos dois pontos indicados (figura 3). Os pontos de amostragem selecionados correspondem: URB: área com predominância de resíduos de esgotos residenciais (figura 4), próximo a Ponte Internacional Brasil - Argentina (29°45'05.5"S 57°05'40.8"W) e AGR: área com prevalência de resíduos agrícolas (figura 5), localizado na comunidade de São Marcos, interior da cidade de Uruguaiana (29°30'24.2"S 56°50'47.4"W), com uma distância de aproximadamente 38 km entre os dois pontos. A coleta foi executada de forma rápida, mergulhando o recipiente, em sua totalidade, dentro da água, cuidando para não ocorresse contaminação. Os frascos foram mantidos sob refrigeração, entre 2°C e 8°C, até a realização das análises. As amostras foram coletadas da água superficial, entre 0 e 30 centímetros da lâmina d'água, de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (2011), desenvolvido pela Agência Nacional das Águas (ANA) em colaboração com a Companhia Ambiental do estado de São Paulo (CETESB).

**Figura 3** – Representação da localização dos pontos de coleta.



**Fonte:** Adaptado do Google maps (2022).

**Figura 4** – URB: área com predomínio de resíduos residenciais.



**Fonte:** autora (2022).

**Figura 5** – AGR: área com predomínio de resíduos agrícolas.



Fonte: autora (2022).

## 5.2 Método dos Tubos Múltiplos

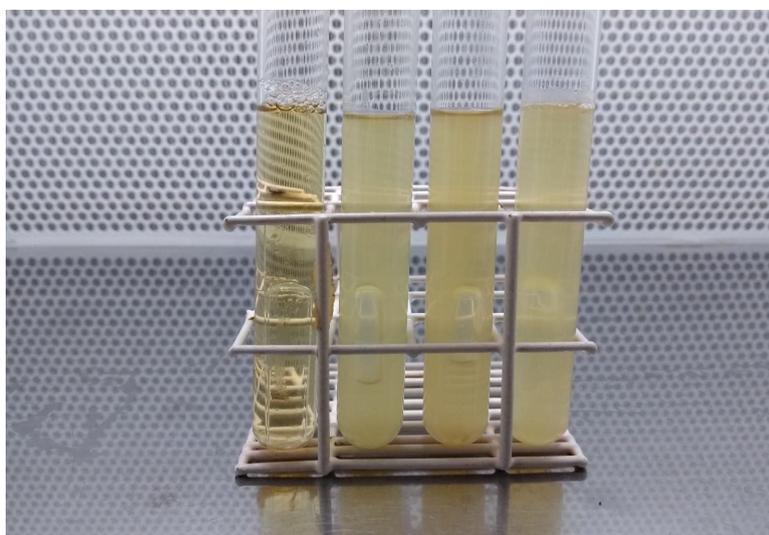
Para determinação da presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes nas amostras coletadas empregou-se o método dos Tubos Múltiplos (TM) conforme descrito na Instrução Normativa SDA - 62 (2003). As amostras foram analisadas em triplicata, os ensaios eram divididos em duas etapas, realizando-se o teste presuntivo e o teste confirmativo.

### 5.2.1 Teste presuntivo

No teste presuntivo as amostras de água foram submetidas a três diluições sucessivas. Em cada diluição utilizou-se três tubos de ensaio, devidamente esterilizados, contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio e tubos de Durhan invertidos. Para primeira diluição (1:1), foram acrescentados 10 mL da amostra coletada e inoculada em Caldo Lauril Sulfato de Sódio de concentração dupla. Na segunda diluição (1:10), foi inoculada uma alíquota de 1 mL da amostra em Caldo Lauril Sulfato de Sódio de concentração simples. Posteriormente, na terceira diluição

(1:100) inoculou-se volumes de 1 mL da diluição 1: 10 em Caldo Lauril Sulfato de Sódio de concentração simples. Este procedimento foi executado para todas as amostras de água. A seguir, os tubos contendo as amostras e o meio de cultura foram incubados a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, para tubos que não apresentaram crescimento durante esse período, o material permaneceu em incubação até 48 horas. A avaliação e interpretação dos resultados ocorreu através da observação da turvação do meio de cultura e pela formação de gás no interior dos tubos de Durhan (figura 6) produzido pela fermentação da lactose presente na composição do meio (BRASIL, 2003).

**Figura 6** – Controle negativo e diluição positiva em meio Lauril Sulfato de Sódio.



Fonte: autora (2022).

### 5.2.2 Teste confirmativo

O teste confirmativo foi realizado a partir dos tubos, das diluições 1:1, 1:10 e 1:100, que apresentaram resultado positivo no teste citado anteriormente. Para isso, as análises positivas foram identificadas e inoculadas em tubos contendo 10 mL de Caldo Verde Brilhante Bile a 2% e tubo de Durhan invertido. Em seguida, os tubos foram incubados durante o período de 24 a 48 horas, em temperatura de  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ . A formação de gás no interior do tubo de Durhan e a turvação do meio, serviram como indicadores para o teste ser considerado positivo (figura 7). A avaliação dos resultados dos coliformes totais foi determinada pelo N.M.P./100 mL de água,

através da combinação formada pelos tubos afirmativos nas três diluições (BRASIL, 2003).

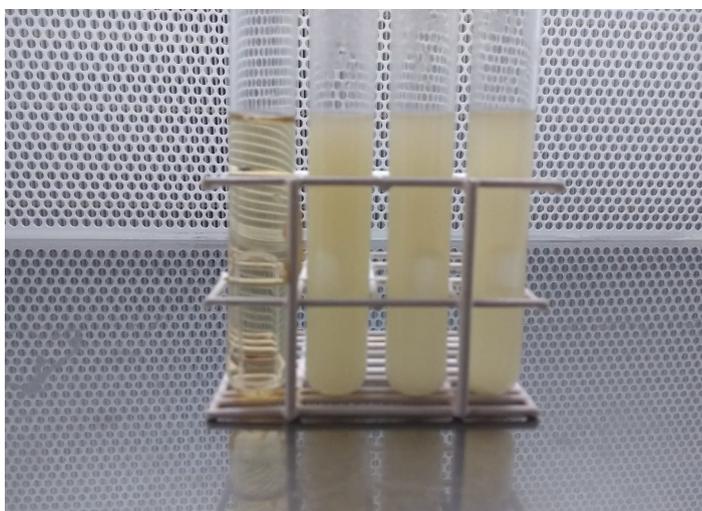
A análise dos coliformes termotolerantes foi realizada a partir da semeadura das amostras positivas obtidas no teste presuntivo em tubos com 10 mL de Caldo EC e tubo de Durham. Os tubos foram, então, incubados a  $45 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , em banho-maria, por 24 a 48 horas. A presença de gás no interior dos tubos de Durham e a turvação do meio de cultura comprovou a positividade do teste, confirmando a presença de *Escherichia coli* na amostra estudada (figura 8). Os resultados foram expressos em N.M.P./ 100mL de amostra, definidos pela combinação formada pelo número de tubos positivos nas diluições do teste confirmativo (BRASIL, 2003).

**Figura 7** – Controle negativo e diluição positiva em meio Verde Brilhante.



Fonte: autora (2022).

**Figura 8** – Controle negativo e diluição positiva em meio EC.



Fonte: autora (2022).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que em todas as análises, de todos os pontos, houve crescimento superior a 1.100 N.M.P./100mL de coliformes totais. O grupo coliformes inclui aproximadamente 20 espécies de bactérias, dentre as quais encontram-se micro-organismos colonizadores do trato gastrointestinal de humanos e outros animais endotérmicos, assim como, outros gêneros de bactérias não entéricas, a exemplo da *Serratia* (MOURA; ASSUMPÇÃO; BISCHOFF, 2009).

Segundo Nogueira *et al.* (2003), os índices de coliformes totais e fecais podem variar de acordo com a sazonalidade. Durante os períodos de maior tempo frio e úmido, correspondente aos meses de abril e agosto, a tendência de positividade para as amostras de água contendo coliformes totais e coliformes fecais é mais baixa. Contudo, essa relação não foi observada neste trabalho para os resultados dos coliformes totais.

A avaliação microbiológica do ponto URB, indicado com predominância de descarte de resíduos de esgotos residenciais, está descrita na Tabela 2; e do ponto AGR, referente à maior prevalência de descarte de resíduos agrícolas, está expressa na Tabela 3.

**Tabela 2** – Resultados microbiológicos pela técnica do N.M.P. ponto URB.

Mês	N.M.P./100mL de coliformes fecais
Março	>1100 N.M.P./ 100 mL
Abril	290 N.M.P./ 100 mL
Maio	290 N.M.P./ 100 mL
Junho	>1100 N.M.P./ 100 mL
Julho	>1100 N.M.P./ 100 mL

Fonte: autora (2022).

**Tabela 3** – Resultados microbiológicos pela técnica do N.M.P. ponto AGR.

Mês	N.M.P./ 100 mL de coliformes fecais
Março	240 N.M.P./ 100 mL
Abril	160 N.M.P./ 100 mL
Maiο	210 N.M.P./ 100 mL
Junho	>1100 N.M.P./ 100 mL
Julho	1100 N.M.P./ 100 mL

Fonte: autora (2022).

O ponto URB apresentou, em todas as análises, resultados superiores a 200 N.M.P./100mL. Os elevados índices encontrados neste ponto resultam, muito provavelmente, do alto grau de contaminação das águas por esgoto doméstico. O ponto AGR apresentou maior variação do número mais provável entre as coletas quando comparado ao ponto com resíduos de esgoto. Em 80% das amostras os resultados foram superiores a 200 N.M.P./100mL. Em vista disso, de acordo com a Resolução nº 20/86, o ponto denominado URB, da mesma forma que o ponto caracterizado como AGR, podem ser classificados, neste período, como Classe II.

Os resultados desta pesquisa apresentam conformidade com o estudo piloto realizado por Ruschel e col. (2020), que avaliou a qualidade microbiológica em pontos semelhantes a estes, com predomínio de rejeitos oriundos de esgotos residenciais e da agricultura, de maio a agosto de 2019, no qual constataram que o ponto com resíduos de esgoto demonstrou maior nível de contaminação.

Conforme Santos *et al.* (2008), o deflúvio superficial da agricultura apresenta influência das práticas agrícolas utilizadas em cada cultivo e região, cuja composição pode variar devido a aplicação de adubos, fertilizantes e defensivos.

Nota-se que ao comparar o estudo realizado por Silva S. (2008); em 2001 e 2002, o qual definiu que as águas do Rio Uruguai nos pontos analisados encontravam-se impróprias para todos os fins; com o estudo de Silva J. (2016); que classificou as águas dos pontos avaliados pertencentes à classe II; pode-se sugerir que, com o passar do tempo, houve uma melhora na qualidade microbiológica, relacionada ao grupo coliformes fecais, entre os anos de 2002 à 2016, do Rio Uruguai na cidade de Uruguiana. E nos últimos anos, ao correlacionar os

resultados de Silva J. (2016) com os deste trabalho, observa-se que o rio tem apresentado uma tendência de classificação como Classe II no município de Uruguaiana.

Realizou-se a medida do pH das alíquotas coletadas sendo seus resultados descritos na Tabela 4.

**Tabela 4** – Valores de pH das amostras.

Mês	URB	AGR
Março	5,5	5,5
Abril	6,0	6,0
Maio	6,0	5,5
Junho	6,5	7,0
Julho	7,0	7,5

Fonte: autora (2022).

A Resolução nº 20 CONAMA/86 estabelece que o valor do pH não ultrapasse 9,0 e não esteja abaixo de 6,0. No entanto, no mês de março os pontos URB e AGR apresentaram pH de aproximadamente 5,5, sendo esse valor novamente apresentado pelo ponto AGR no mês de maio. Nas demais análises, todos os valores dos pontos observados corresponderam ao limite estabelecido. Carvalho *et al.* (2007) encontrou resultados semelhantes quando realizou o monitoramento da qualidade da água do arroio Salso de Baixo e do Rio Uruguai, a partir da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante maio de 2001 a abril de 2002, obtendo pH na faixa de 5,42 a 7,7.

O pH das águas dos rios brasileiros varia de neutro a ácido, podendo se alterar ao longo do rio. Uma diminuição pequena no pH pode estar associada ao aumento na quantidade de matéria orgânica, que acarreta em consequente diminuição nos valores de oxigênio dissolvido disponível no corpo d'água (SILVA; ANGELIS; MACHADO; WAICHAMAN, 2008). O pH pode variar também de acordo com o nível do rio. Uma vez que, com o aumento das chuvas e volume de água, o pH tende a subir e aproximar-se da neutralidade, em decorrência da maior diluição dos compostos dissolvidos e maior velocidade de escoamento (CARVALHO;

SCHLITTLER; TORNISIELO, 2000; SILVA; ANGELIS; MACHADO; WAICHAMAN, 2008). Verifica-se que o pH próximo da neutralidade, entre 6,5 e 7,5, mostra-se o mais favorável para o crescimento e resistência da maioria dos micro-organismos (TORTORA *et al.*, 2017; ALENCAR *et al.*, 2020).

Em decorrência do grande crescimento microbiano em todos os pontos de análise das coletas de junho e julho, avaliou-se também outros parâmetros químicos das amostras referentes a estes meses, os resultados encontram-se expostos nas Tabelas 5 e 6.

**Tabela 5 – Parâmetros químicos mês de junho.**

Ponto	Alcalinidade	Amônia	Nitrito
URB	40 mg/L	0,00 mg/L	0,02 mg/L
AGR	25 mg/L	0,00 mg/L	0,02 mg/L

Fonte: autora (2022).

**Tabela 6 – Parâmetros químicos mês de julho.**

Ponto	Alcalinidade	Amônia	Nitrito
URB	45 mg/L	0,25 mg/L	0,06 mg/L
AGR	35 mg/L	0,03 mg/L	0,02 mg/L

Fonte: autora (2022).

A alcalinidade da água corresponde a sua capacidade de neutralização de ácidos. Entretanto, esse parâmetro químico não define que o pH do meio deva ser obrigatoriamente superior a 7 (MARION; CAPOANE; DA SILVA, 2007). Águas de baixa alcalinidade apresentam capacidade reduzida de tamponamento, estando mais suscetível a mudanças de pH (FRITZSONS *et al.*, 2009). O Rio Uruguai exibiu leve variação de alcalinidade entre os meses de junho e julho. A Resolução n° 20 do CONAMA/86 não estabelece índices ideais de alcalinidade.

Em relação à amônia, o valor máximo permitido pela Resolução 20/86 é de 0,2 mg/L. O ponto URB apresentou concentração de 0,25 mg/L estando acima do valor preconizado pela legislação. De acordo com a quantidade de nitrogênio presente na água pode-se indicar ser uma contaminação recente ou remota (CARVALHO *et al.*, 2007).

Durante as análises os níveis de nitrito não se mostraram elevados, sendo em grande parte das amostras coletas encontrada concentração de 0,02 mg/L, somente na amostra referente ao ponto URB no mês de julho apresentou valor de 0,06 mg/L. Entretanto, ainda se encontra dentro dos valores estabelecidos pelo CONAMA 20/86 de até 1,0 mg/L.

Em relação ao nível da água do Rio Uruguai, o período de coletas coincidiu com a alta da pluviosidade, ocasionando o aumento do volume de água. Os valores da altura do rio nas datas das coletas estão descritos na Tabela 7.

**Tabela 7** – Nível do Rio Uruguai em metros no momento das coletas e altura mínima e máxima de cada mês.

Mês	Nível URB	Mín. - Máx. URB	Nível AGR	Mín. -Máx. AGR
Março	4.86	0.60 - 4.98	5.37	0.9 - 5.37
Abril	4.88	2.92 - 6.39	5.03	3.20 - 6.86
Maió	7.92	2.94 - 8.62	7.42	3.20 - 9.18
Junho	7.42	4.07 - 8.44	8.85	4.46 - 8.98
Julho	3.62	3.51 - 8.36	3.90	3.70 - 8.73

**Legenda:** Mín. mínima; Máx. máxima.

**Fonte:** Prefectura naval Argentina (2022).

O ponto AGR apresentou variação de aproximadamente cinco metros no nível do rio quando comparadas as diferentes datas das coletas. O mês de julho obteve a menor quantidade de água para ambos os pontos, o mês de junho demonstrou o maior volume de água para o ponto AGR e o mês de maio manifestou o maior nível para o ponto URB na data da coleta. Em relação aos meses, o mês de maio no ponto AGR apresentou maior oscilação, apresentando quase seis metros de variação ao longo do mês.

De acordo com Silva S. (2008), as bactérias coliformes, quando muito diluídas, conseguem sobreviver apenas durante períodos curtos de tempo nas águas. Testes positivos para estas bactérias, geralmente, pode-se considerar uma contaminação recente. No entanto, alguns rios apresentam índices tão altos de poluição com matéria orgânica oriunda dos esgotos que os coliformes conseguem

sobreviver, assim como, mantêm populações significativas mediante lenta proliferação.

Nos dia das coletas do mês de julho havia ocorrência do início de chuvas intensas na cidade (figura 9), favorecendo a lavagem da camada superficial do solo pelo escoamento das águas e transporte de compostos orgânicos e inorgânicos, para as margens do rio.

**Figura 9** – Carreamento de resíduos pela chuva no ponto URB no mês de julho



**Fonte:** autora (2022).

Essas amostras também apresentavam maior turbvação, indicando maior quantidade de partículas em suspensão. A maior densidade microbiana encontrada em dias e períodos chuvosos corrobora com os achados obtidos por Silva J. (2016). De acordo com Marques *et al.* (2007), as chuvas favorecem o transporte de matéria orgânica dissolvida e de material particulado para os rios acarretando no aumento dessas substâncias nos corpos d'água.

Em estudos preliminares, Andreis e col. (2020) avaliaram a presença de resistência a antimicrobianos de bactérias fermentadoras no Rio Uruguai, na cidade de Uruguai, em pontos de coleta próximos ao deste estudo, no mês de abril de 2019. Os resultados demonstraram um predomínio de resistência a cefazolina, cefalosporina de primeira geração, bem como, de resistência a ampicilina, pertencente à classe das penicilinas. Também foi possível constatar uma maior

presença de bacilos Gram negativos fermentadores no ponto correspondente aos resíduos de esgoto residenciais. Esse fato pode estar relacionado ao crescente uso de antibióticos na terapia humana e animal (GONZÁLEZ-PLEITER *et al.*, 2013). O descarte impróprio e o uso indiscriminado desses compostos pela população acarreta na contaminação dos diferentes ecossistemas e resistência microbiana (QUEROL *et al.*, 2018). Muitos desses compostos, empregados em grandes quantidades na criação de animais, quando administrados, não são totalmente metabolizados pelo organismo animal, sendo seus resíduos eliminados na urina ou nas fezes e, posteriormente, podem ser identificados em amostras de solo, água superficial e subterrânea (REGINATO; LEAL; 2010).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, todas as amostras apresentaram positividade para a presença de coliformes totais. Pode-se ainda sugerir que a água pertencente aos pontos de resíduos de esgoto e aos resíduos agrícolas, se enquadram na Classe II, conforme a Resolução nº 20/86, destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à atividades de lazer; irrigação de hortas e pomares; à pesca e à aquicultura. Além disso, a água do Rio Uruguai nos pontos analisados apresenta variação do pH de levemente ácido até próximo à neutralidade.

Portanto, pode-se concluir que a principal fonte de contaminação do Rio Uruguai está diretamente relacionada às atividades antropogênicas. Dessa forma, os dados estabelecidos por este estudo constituem uma importante fonte de informação em relação a qualidade microbiológica do Rio Uruguai para a população que usufrui direta e indiretamente das suas águas, da mesma forma que poderá servir de base para realização de ações que visem a preservação do Rio Uruguai e seus afluentes, e para futuros estudos comparativos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil. p.181-192. **Agência Nacional de Águas** - Brasília: ANA, 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil: regiões hidrográficas brasileiras - edição especial. p.148-156. **Agência Nacional de Águas** - Brasília: ANA, 2015.

ANDREIS, Darliane; RUCHEL, Gustavo E.; MAHMUD, Neimah M. A. M.; RIFFEL, Fernanda; SILVA, Cristhian G., STOPIGLIA, Cheila D. O. Análise de sensibilidade aos antibióticos de bactérias isoladas da água do Rio Uruguai. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020 Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/104118>>. Acesso em: 09 jun. 2022

ALENCAR, Eduardo da Silva; BARROS, Rayanna Santana; SILVA JUNIOR, Roberto Carlos Vieira da; TORQUATO, Silvana Câmara; MARQUES, Wennedy Luiz Silva. Análise microbiológica e correlação do pH da água dos bebedouros utilizada para o consumo humano em escolas do município de Alagoa Grande - Paraíba. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 457, 5 dez. 2020. Universidade Federal da Bahia. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v19i3.28359>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

ARGENTINA. **Prefectura Naval Argentina**: altura de los ríos. Altura de los ríos. 2022. Disponível em:<<https://contenidosweb.prefectura naval.gov.ar/alturas/>>. Acesso em: 24 jul. 2022.

BARSANO, Paulo. Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira; VIANA, Viviane Japiassú. **Poluição Ambiental e Saúde Pública**. -1. ed.- São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA)**. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-62-de-26-08-2003,665.html>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

CARVALHO, Adriana Rosa; SCHLITTLER, Flávio Henrique Mingante; TORNISIELO, Valdemar Luiz. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 5, n. 23, jan. 2000.

CARVALHO, Laura de C.G. de; SILVA, Sônia Maria da; GONÇALVES, Jorge Figueiredo; QUEROL, Enrique; QUEROL, Marcus V. Diagnóstico ambiental do arroio salso de baixo e rio Uruguai, RS, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**. V. 5, nº 2. 2007.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente**. Resolução nº 20, 18 de junho de 1986.

ECOIA. **Ecologia e Ação**. Rio Uruguai, 2021. Disponível em: <https://ecoia.org.br/bacia-do-rio-uruguai/>. Acesso em: 06 jan. 2022.

FRITZSONS, Elenice; MANTOVANI, Luiz Eduardo; CHAVES NETO, Anselmo; HINDI, Eduardo Chemas. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do Carste paranaense. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 381-390, set. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522009000300012>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

FUNASA (Fundação Nacional de Saúde – Brasil). **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

GONZÁLEZ-PLEITER, Miguel; GONZALO, Soledad; RODEA-PALOMARES, Ismael; LEGANÉS, Francisco; ROSAL, Roberto; BOLTES, Karina; MARCO, Eduardo; FERNÁNDEZ-PIÑAS, Francisca. Toxicity of five antibiotics and their mixtures towards photosynthetic aquatic organisms: implications for environmental risk assessment. **Water Research**, [S.L.], v. 47, n. 6, p. 2050-2064, abr. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2013.01.020>>. Acesso em: 23 jul. 2022.

GUIA NACIONAL DE COLETA E PRESERVAÇÃO DE AMOSTRAS: ÁGUA, SEDIMENTO, COMUNIDADES AQUÁTICAS E EFLUENTES LÍQUIDOS/  
**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**; São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

KAPER, James B.; NATARO, James P.; MOBLEY, Harry L. T.. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 123-140, fev. 2004. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro818>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MADIGAN, Michael T.; MARTINKA, John M.; BENDER, Kelly S.; BUCKLEY, Daniel H.; STAHL, David A. Água e alimentos como veículos de transmissão de doenças bacterianas. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. Cap. 31. p. 885-922.

MARQUES, Maria Nogueira; COTRIM, Marycel Barbosa; PIRES, Maria Aparecida Faustino. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**. 2007, v. 30, n. 5, p. 1171-1178. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500023>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MARION, Fabiano André André; CAPOANE, Viviane; DA SILVA, José Luiz Silvério. Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea em Poço no Campus da UFSM, Santa Maria - RS\*. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 29, n. 1, pág. 97-109, 2007. DOI: 10.5902/2179460X9761. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9761>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

MIRSEPASI-LAURIDSEN, Hengameh Chloé; VALLANCE, Bruce Andrew; KROGFELT, Karen Angeliki; PETERSEN, Andreas Munk. *Escherichia coli* Pathobionts Associated with Inflammatory Bowel Disease. **Clinical Microbiology Reviews**, [S.L.], v. 32, n. 2, 20 mar. 2019. American Society for Microbiology. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1128/cmr.00060-18>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MOURA, A.C.; ASSUMPÇÃO, R.A.B.; BISCHOFF, J.. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 17-22, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v76p0172009>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

NOGUEIRA, Giovani; NAKAMURA, Celso V; TOGNIM, Maria Cb; A ABREU FILHO, Benício; DIAS FILHO, Benedito P. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 232-236, abr. 2003. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102003000200011>>. Acesso em: 23 jul. 2022.

QUEROL, E., QUEROL, M. V. M., LOBON-CERVIÁ, J. Estimativa da Densidade e Biomassa da população de *Cichlasoma portalegrense* (Hensel, 1870) (Pisces, Cichlidae) através do método de três capturas sucessivas com pesca elétrica em um arroio do Pampa brasileiro. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS, sér. Zool.**; Porto Alegre, v. 10. 1997.

QUEROL, Marcus Vinícius Morini; PESSANO, Edward Frederico Castro; MACHADO, Michel Mansur; OLIVEIRA, Luís Flávio Souza de. **RIO URUGUAI Contribuições Científicas**. Uruguaiana: Universidade Federal do Pampa, 2018. 249 p.

REGITANO, Jussara Borges; LEAL, Rafael Marques Pereira; Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, p. 601 - 616, 2010.

RUSCHEL, Gustavo; RIFFEL, Fernanda; GINDRI, Cristhian S.; ANDREIS, Darliane; MARUF, Neimah A. M. M.; STOPIGLIA, Cheila D. O. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO URUGUAI, EM URUGUAIANA (RS). **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020.

SANTOS, Maria Lúcia Pires dos; SANTOS, José Soares dos; SANTOS, Jarbas Rodrigues dos; OLIVEIRA, Leandra Brito de. Effects of the urban and rural drainages in the quality of waters of verruga stream in Vitória da Conquista - Bahia, Brazil. **Química Nova**. 2008, v. 31, n. 8 p. 1997-2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000800016>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

SILVA, Ana Elisa Pereira; ANGELIS, Carlos Frederico; MACHADO, Luiz Augusto Toledo; WAICHAMAN, Andrea Viviana. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, vol. 38(4) p. 733-742, 2008.

SILVA, Jonathan J. **Avaliação físico-química, planctônica e microbiológica do Rio Uruguai médio, região de Uruguaiana, RS**. 2016. 40f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura) - Fundação Universidade Federal do Pampa, 2016.

SILVA, Sônia M.; DE CARVALHO, Laura; QUEROL, Enrique; QUEROL, Marcus V.; GONÇALVES, Jorge F. Aspectos microbiológicos do arroio salso de cima e rio Uruguai, na região urbana de Uruguaiana, RS, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**. v. 6, p.34-39, 2008.

TORTORA, Gerard. J.; FUNKE, Berdell. R.; CASE, Christine. L. **Microbiologia**. – 12. ed. Porto Alegre: Grupo Artmed, 2017.

WHO. **World Health Organization**. The Global Burden of Disease: 2004 update. Geneva, Switzerland. Disponível em: <[http://www.who.int/healthinfo/globalburdendisease/GBD\\_report2004\\_up-date\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/globalburdendisease/GBD_report2004_up-date_full.pdf)> Acesso em: 12 fev. 2022.

## ANEXO A

**Tabela 8** – Número Mais Provável por 100mL, para séries de 3 tubos com inóculos de 10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL, e respectivos intervalos de confiança 95%.

Número de tubos positivos			NMP/g ou mL	Inferior	Superior
0	0	0	<3,0	-	9,5
0	0	1	3,0	0,15	9,6
0	1	0	3,0	0,15	11
0	1	1	6,1	1,2	18
0	2	0	6,2	1,2	18
0	3	0	9,4	3,6	38
1	0	0	3,6	0,17	18
1	0	1	7,2	1,3	18
1	0	2	11	3,6	38
1	1	0	7,4	1,3	20
1	1	1	11	3,6	38
1	2	0	11	3,6	42
1	2	1	15	4,5	42
1	3	0	16	4,5	42
2	0	0	9,2	1,4	38
2	0	1	14	3,6	42
2	0	2	20	4,5	42
2	1	0	15	3,7	42
2	1	2	20	4,5	42
2	1	2	27	8,7	94
2	1	2	27	8,7	94
2	2	0	21	4,5	42
2	2	1	28	8,7	94
2	2	2	35	8,7	94

2	3	0	29	8,7	94
2	3	1	36	8,7	94
3	0	0	23	4,6	94
3	0	1	38	8,7	110
3	0	2	64	17	180
3	1	0	43	9	180
3	1	1	75	17	200
3	1	2	120	37	420
3	1	3	160	40	420
3	2	0	93	18	420
3	2	1	150	37	420
3	2	2	210	40	430
3	2	3	290	90	1000
3	3	0	240	42	1000
3	3	1	460	90	2000
3	3	2	1100	180	4100
3	3	3	>1100	420	-

**Fonte:** Bacteriological Analytical Manual Online, 2001 (Instrução Normativa nº. 62).