

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**GABRIELI KONZE DOS SANTOS**

**IDENTIFICAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR FÁRMACOS: CLORIDRATO DE  
FLUOXETINA E LOSARTANA POTÁSSICA EM CORPOS HÍDRICOS DA CIDADE  
DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

**Caçapava do Sul - RS  
2023**

**GABRIELI KONZE DOS SANTOS**

**IDENTIFICAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR FÁRMACOS: CLORIDRATO DE  
FLUOXETINA E LOSARTANA POTÁSSICA EM CORPOS HÍDRICOS DA CIDADE  
DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

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

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zilda Baratto Vendrame

Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina Ferreira de Matos Jauris

**Caçapava do Sul - RS  
2023**

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).

S237i Santos , Gabrieli Konze dos

Identificação da contaminação por fármacos: cloridrato de fluoxetina e losartana potássica em corpos hídricos da cidade de Caçapava do Sul - RS / Gabrieli Konze dos Santos .

49 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2023.

"Orientação: Zilda Baratto Vendrame".

1. Contaminantes emergentes . 2. Fármaco. 3. Meio ambiente.  
4 . Saneamento. I. Título.

**GABRIELI KONZE DOS SANTOS**

**IDENTIFICAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR FÁRMACOS: CLORIDRATO DE  
FLUOXETINA E LOSARTANA POTÁSSICA EM CORPOS HÍDRICOS DA CIDADE  
DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

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

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 03 de Fevereiro de  
2023.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zilda Baratto Vendrame  
Orientador  
(UNIPAMPA)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Pinto Vargas  
(UNIPAMPA)

---

Ma. Mayara Bitencourt Leão  
(UFRGS)



Assinado eletronicamente por **ZILDA BARATTO VENDRAME, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/02/2023, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **JAQUELINE PINTO VARGAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/02/2023, às 08:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Mayara Bitencourt Leão, Usuário Externo**, em 15/02/2023, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1052966** e o código CRC **5CC1B439**.

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a minha mãe Patricia Konze por ter me dado a vida, por nunca soltar a minha mão, e por não medir esforços para a realização desse sonho, a minha irmã Laura Konze dos Santos, e a meu companheiro Guilherme Pazinato Dias por todo apoio e incentivo, agradeço às minhas avós Clarisse de Freitas Konze e Zilma Gonçalves dos Santos, por todos ensinamentos e ao meu avô Osvaldo dos Santos (in memoriam) que é a minha saudade diária e seria o meu maior apoiador nessa jornada, amo vocês.

Agradeço a Universidade Federal do pampa pela oportunidade de ter acesso a um estudo de qualidade de forma gratuita, pelos ensinamentos, vivências e amizades que fiz na instituição.

Agradeço a todos docentes, técnicos, pessoal da manutenção e limpeza que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, em especial ao pessoal do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Agradeço imensamente à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zilda Baratto Vendrame pela grande oportunidade de poder ser orientada por ela, por todo ensinamento passado, pela paciência comigo e por todo apoio.

Agradeço à minha coorientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina Ferreira de Matos Jauris por todas as oportunidades e ensinamentos.

Também quero agradecer a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Pinto Vargas, Mayara Bitencourt Leão, e ao Guilherme Pacheco Casa Nova por terem aceito fazer parte da banca avaliadora, e por me ajudarem a desenvolver este trabalho.

O meu muito obrigada a todos os envolvidos na minha evolução.

## RESUMO

Os contaminantes emergentes são formados por uma ampla classe de substâncias, e a identificação desses compostos em corpos d'água vem gerando preocupações. Em razão do crescimento populacional sem planejamento e a falta de investimentos nos serviços de saneamento, estes contaminantes são frequentemente lançados em grandes quantidades no meio ambiente. Uma das classes de contaminantes emergentes mais pesquisada no mundo são os chamados fármacos, produzidos com o objetivo de tratar e amenizar sintomas e doenças, são metabolizados pelo organismo e consecutivamente excretados, ocasionando assim a introdução e prevalência dessas substâncias no esgoto doméstico, também sendo meio de entrada no ambiente aquático pelo descarte incorreto de medicamentos, esgoto industrial e hospitalar. Os contaminantes emergentes não são legislados no Brasil, sem nenhum acompanhamento, pouco se conhece sobre os efeitos destas substâncias no ambiente em longo prazo. Como muitos municípios, Caçapava do Sul não possui tratamento de esgoto, fazendo com que o efluente acabe tendo como destino corpos hídricos importantes para o abastecimento de água na cidade. Para este estudo foi realizado um levantamento junto a farmácia municipal sobre a retirada de medicamentos no ano de 2022, fornecidos de forma gratuita pelo SUS, e dois fármacos apresentaram elevado consumo, o cloridrato de fluoxetina 20 mg da classe de antidepressivos e a losartana potássica 50 mg da classe de anti-hipertensivos. Amostras de três corpos hídricos na região centro-sul da cidade, num total de cinco pontos, foram analisadas por espectrofotometria na região do UV-Vis e espectrofluorimetria. As leituras das absorvâncias no UV-Vis foram feitas em 208 e 207 nm para a fluoxetina e losartana, respectivamente. Os dados da fluorescência molecular foram obtidos com intensidade máxima em  $\lambda_{exc.}$  230 nm e  $\lambda_{em.}$  294 nm para a fluoxetina em solução de ácido clorídrico 0,10059 mol/L e em  $\lambda_{exc.}$  250 nm e  $\lambda_{em.}$  393 nm para a losartana em solução água ultra pura e ácido sulfúrico 4,575 mol/L. Os resultados obtidos evidenciam a presença dos dois fármacos supracitados em todos os pontos coletados, indicando uma contaminação dos recursos hídricos.

Palavras-Chave: Contaminantes emergentes; Fármaco; Meio ambiente; Saneamento.

## ABSTRACT

A wide class of substances forms emerging contaminants, and identifying these compounds in water bodies has raised concerns. Due to unplanned population growth and a lack of investment in sanitation services, these contaminants are often released in large quantities into the environment. One of the most researched classes of emerging contaminants in the world are the so-called drugs, produced to treat and alleviate symptoms and diseases, are metabolized by the body and consecutively excreted, thus causing the introduction and prevalence of these substances in domestic sewage, also being a means of entry into the aquatic environment due to the incorrect disposal of medicines, industrial and hospital sewage. Emerging contaminants are not legislated in Brazil, and without any monitoring, little is known about the effects of these substances on the environment in the long term. Like many municipalities, Caçapava do Sul do not have sewage treatment, so the effluent is destined for water bodies that are important for the city's water supply. For this study, a survey was carried out at the municipal pharmacy on the withdrawal of drugs in the year 2022, provided free of charge by the SUS, and two drugs showed high consumption, fluoxetine hydrochloride 20 mg from the antidepressant class and losartan potassium 50 mg of the antihypertensive class. In a total of five points, samples from three water bodies in the south-central region of the city were analyzed by spectrophotometry in the UV-Vis region and spectrofluorimetry. UV-Vis absorbance readings were taken at 208 and 207nm for fluoxetine and losartan, respectively. Molecular fluorescence data were obtained with maximum intensity at  $\lambda_{exc}$ . 230nm and  $\lambda_{em}$ . 294nm for fluoxetine in 0.10059 mol/L hydrochloric acid solution and at  $\lambda_{exc}$ . 250nm and  $\lambda_{em}$ . 393nm for losartan in ultra-purewater solution and sulfuric acid 4.575 mol/L. The results show the presence of the two drugs mentioned above in all collected points, indicating contamination of water resources.

Keywords: Emerging contaminants; Drug; Environment; Sanitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química do cloridrato de fluoxetina .....	21
Figura 2 - Estrutura química da losartana potássica .....	23
Figura 3 - Bacias hidrográficas que compõem o município de Caçapava do Sul.....	26
Figura 4 - Imagem de localização da área de estudo .....	27
Figura 5 - Pontos de coleta (a) ponto A; (b) ponto B .....	28
Figura 6 - Ponto de coleta C.....	29
Figura 7 - Pontos de coleta (a) ponto D; (b) ponto E .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades do fármaco cloridrato de fluoxetina .....	21
Tabela 2 - Propriedades do fármaco losartana potássica .....	23
Tabela 3 - Clima em relação às coletas .....	28
Tabela 4 - Resultados da condutividade das amostras.....	35
Tabela 5 - Resultados dos pH das amostras .....	35
Tabela 6 - Resultados das temperaturas das amostras.....	36
Tabela 7 - Resultados das turbidez das amostras .....	36
Tabela 8 - Resultados dos fármacos no UV-VIS.....	37
Tabela 9 - Resultados dos fármacos na Espectrofluorimetria .....	38
Tabela 10 - Resultados cromatografia .....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas;  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente;  
CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento;  
ETA - Estação de Tratamento de Água;  
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto;  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde;  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;  
ISRS - Inibidor Seletivo da Recaptação da Serotonina;  
LARP - Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas;  
LC-MS/MS - Cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas;  
OMS - Organização Mundial de Saúde;  
PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico;  
pH - Potencial hidrogeniônico;  
SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente;  
SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas;  
SNC - Sistema Nervoso Central;  
SPE - Extração em fase sólida;  
SUS - Sistema Único Saúde;  
TOC - Transtorno Obsessivo Compulsivo;  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria;  
UNT - Unidades Nefelométrica de Turbidez;  
UTM - Universal Transversa de Mercator;

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 Objetivos .....	16
1.1.1 Objetivo geral: .....	16
1.1.2 Objetivos específicos: .....	16
1.2 Justificativa .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 Corpos hídricos .....	17
2.2 Contaminantes emergentes .....	18
2.3 Fármacos .....	19
2.3.1 Cloridrato de Fluoxetina .....	20
2.3.2 Losartana Potássica .....	22
2.4 Espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-VIS .....	24
2.5 Espectrofluorimetria .....	25
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
3.1 Área de estudo .....	25
3.1.1 Coletas .....	27
3.2 Reagentes utilizados .....	30
3.3 Análises laboratoriais .....	30
3.3.1 Espectrofotometria molecular na região do UV-VIS .....	30
3.3.1.1 Cloridrato de Fluoxetina .....	30
3.3.1.2 Losartana potássica .....	30
3.3.2 Espectrofluorimetria .....	31
3.3.2.1 Cloridrato de Fluoxetina .....	31
3.3.2.2 Losartana Potássica .....	31
3.4 Parâmetros físico-químicos .....	32
3.4.1 Condutividade .....	32
3.4.2 Potencial hidrogeniônico - pH .....	33
3.4.3 Temperatura .....	33
3.4.4 Turbidez .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
4.1 Análises físico-químicas .....	34
4.1.1 Condutividade .....	35
4.1.2 Potencial Hidrogeniônico - pH .....	35
4.1.3 Temperatura .....	36
4.1.4 Turbidez .....	36
4.2 Análises espectrofotométricas .....	37
4.2.1 Espectrofotometria molecular na região do UV-VIS .....	37
4.2.2 Espectrofluorimetria .....	38
4.2.3 Cromatografia líquida .....	39
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>
---------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos sofrem constantes alterações por poluentes químicos e por este motivo esta contaminação segue sendo um assunto atual, de nível nacional e internacional, já que anualmente são desenvolvidos novos compostos químicos, que acabam sendo lançados para o meio ambiente com consequências desconhecidas (GAFFNEY et al., 2014).

Um exemplo destes poluentes são os chamados contaminantes emergentes, que vem ganhando destaques devido a centenas de substâncias detectadas no meio ambiente. Eles estão presentes no nosso dia a dia, em produtos de higiene pessoal, pesticidas, fármacos entre outros, podendo também ser de origem natural como compostos presentes em espécies de plantas. A presença dos contaminantes emergentes nos corpos hídricos geralmente ocorre através de atividades agrícolas e pecuárias, descartes de esgoto urbano, hospitalar e industrial (RIGUETO; ALESSANDRETTI e DETTMER, 2021). Estudos realizados mostram que efeitos atribuídos à exposição crônica a estas substâncias ocorrem em concentrações muito baixas, especialmente em ambientes aquáticos, em concentrações de nanograma a picograma por litro, o que dificulta analisar e avaliar os riscos que estes contaminantes podem gerar. Mesmo indicando riscos aos ecossistemas, como alterações na qualidade da água e do solo, comprometimento da fauna e flora, estes compostos não estão presentes em nenhum programa de monitoramento de rotina e necessitam de mais estudos em uma larga escala de tempo (MONTAGNER; VIDAL e ACAYABA, 2017).

Os fármacos são considerados contaminantes emergentes, constituídos por substâncias químicas biologicamente ativas, que proporcionam qualidade de vida, como: alívio de dores e o tratamento de diversas doenças. O avanço científico na área da saúde e o crescimento populacional, tem contribuído para o aumento do mercado farmacêutico com o desenvolvimento de novas substâncias (SILVA et al., 2021). Os fármacos começaram a ser identificados no meio ambiente no início da década de 1970 e, com a evolução da ciência, novos meios de identificação dessas substâncias foram aprimorados. A partir de 1990 a presença dos fármacos começou a despertar preocupações, devido a confirmação de diversas classes terapêuticas serem identificadas em água de abastecimento (MAGALHÃES; KUMMROW e DUARTE, 2021). Estudos mostram que os fármacos podem causar diversos efeitos

negativos ao sistema aquático, devido a biodegradabilidade das substâncias de pequena a moderada, o que aumenta a persistência desses contaminantes e seus efeitos, como toxicidade biológica, indução da resistência a antibióticos em bactérias patogênicas e a capacidade de algumas substâncias químicas produzirem alterações genéticas (CARTAXO et al., 2020).

Para o estudo em questão foi realizado uma pesquisa junto a farmácia municipal de Caçapava do Sul, sobre a retirada de medicamentos no ano de 2022, ofertados de forma gratuita através do Sistema Único de Saúde (SUS), a partir deste levantamento foi possível verificar que dois fármacos tiveram destaque pelo alto consumo, o cloridrato de fluoxetina 20 mg com 117.628 comprimidos retirados durante o ano, e a losartana potássica 50 mg com 154.020 comprimidos/ano.

O cloridrato de fluoxetina é a matriz dos fármacos da classe dos antidepressivos, bastante eficiente e seguro, é um dos medicamentos mais receitados para o tratamento de síndromes depressivas, tornando-o um dos fármacos mais conhecidos e comercializados. Devido ao decaimento da qualidade de vida, a depressão tornou-se uma das doenças mais prevalentes no mundo (RICACHENEVSKY et al., 2020) aumentando o uso dos antidepressivos. Já a losartana potássica é utilizada no tratamento de hipertensão arterial que é apontada como o maior problema de saúde pública dos países desenvolvidos e emergentes, com prevalência na população adulta ou por ser considerada o principal fator de risco para o surgimento de doenças cardiovasculares (MENDONÇA; LIMA e OLIVEIRA, 2012).

Devido o esgoto urbano do município de Caçapava do Sul não possuir tratamento, os efluentes acabam tendo como destino córregos que permeiam a cidade e desaguam em arroios importantes para o abastecimento de água. Tendo em vista este cenário, da falta de tratamento do esgoto urbano e do alto consumo desses medicamentos, se faz necessário analisar se há presença destes dois fármacos nos corpos hídricos da cidade. Para essa pesquisa foram utilizadas as espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-Vis e a espectrofluorimetria para ambos os compostos, além de análises físico-químicas simples: condutividade, pH, temperatura e turbidez.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral:**

Identificar se os corpos hídricos da cidade de Caçapava do Sul apresentam alguma contaminação pelos fármacos cloridrato de fluoxetina e losartana potássica.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- I. Identificar a presença dos fármacos cloridrato de fluoxetina e losartana potássica nos corpos hídricos selecionados para o estudo.
- II. Quantificar os fármacos presentes nos recursos hídricos analisados.
- III. Validar e comparar os resultados obtidos pelas análises espectroscópicas com análises por cromatografia.

## **1.2 Justificativa**

Existem muitos estudos sobre poluentes químicos em corpos hídricos, porém muito pouco se sabe sobre a contaminação por fármacos. Alguns estudos mostram os efeitos a curto prazo na microbiota aquática, mas ainda pouco se conhece sobre os efeitos a longo prazo e na saúde humana. Muitos medicamentos acabam entrando no ambiente de várias formas, pela excreção humana e animal, pelo descarte incorreto de medicamentos e por indústrias fabricantes.

Em vista dos dados fornecidos pela farmácia municipal de Caçapava do Sul que disponibiliza medicamentos de forma gratuita através do SUS, foi feita a escolha do cloridrato de fluoxetina e da losartana potássica pelo alto consumo da população. Como a cidade conta apenas com encanamento sem o devido tratamento para o esgoto urbano, neste contexto, é de suma importância verificar se existe contaminação pelos fármacos cloridrato de fluoxetina e da losartana potássica nos corpos hídricos no entorno da cidade de Caçapava do Sul.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Corpos hídricos

A água é um recurso de abundância na natureza, essencial para a vida, 70% da superfície terrestre é coberta por água, porém menos de 1% encontra-se disponível para o consumo. Segundo estimativas, o Brasil concentra entre 12% a 16% do total de água disponível na terra, distribuída de forma desigual por diversas razões, incluindo fator climático e urbanização (ESTEVES, 2012).

O potencial da água doce no país é extremamente positivo, porém devido aos múltiplos usos da água, as características desse recurso, em várias regiões do país, estão sendo bastante afetadas. Como por exemplo, o aumento dos processos de erosões e assoreamentos dos mananciais superficiais, desmatamento e lançamento de efluentes nos corpos hídricos tiveram influência significativa para a atual situação (BRASIL, 2006).

O crescimento populacional desordenado junto a vulnerabilidade das políticas públicas e a precariedade dos serviços de saneamento, são considerados os responsáveis pelo decaimento da qualidade dos recursos hídricos. Devido a falta de planejamento e incentivos financeiros, esgotos urbanos e industriais são lançados ao meio ambiente sem tratamento (CARTAXO et al. 2020) resultando em impactos negativos aos sistemas de águas superficiais.

A água para ser considerada potável no Brasil, precisa atender as exigências estabelecidas no Anexo XX da portaria de consolidação 05/2017 do Ministério da saúde, esta norma relaciona poucos parâmetros aos termos poluentes emergentes e micro poluentes. Dessa forma, a água considerada potável pode conter contaminação por substâncias não listadas na legislação, mas que, mesmo em baixas concentrações, pode oferecer riscos à saúde, um exemplo destes contaminantes são os fármacos (SOARES et al., 2020).

O Brasil possui 5570 municípios, 99,6% possuem o serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, já a taxa de esgotamento sanitário é de 60,3%, sendo que a porcentagem tratada é menos da metade (IBGE; PNSB, 2017). O cenário sanitário da cidade em estudo não é diferente, Caçapava do Sul possui uma população estimada de 33.476 habitantes (IBGE, 2021). O tratamento/abastecimento de água é realizado pela Companhia Riograndense de

Saneamento – CORSAN, a captação de água no município é realizada em duas barragens conhecidas como barragem do Salso e barragem Fonte do Mato. Por dia são tratados em torno de 5 a 6 mil litros, e distribuídos para as 13.688 ligações de água.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2016) a população urbana de Caçapava do Sul é de 26.154 habitantes, e possui uma vazão de esgoto bruto de 2.376.000 L/dia. O município possui o seguinte índice de atendimento: 7,32% possui solução individual (fossa séptica), 33,64% não possuem coleta nem tratamento, e 59,04% do esgoto urbano da cidade é coletado sem tratamento. Como a cidade não conta com nenhuma estação de tratamento de esgoto, o que indica que a carga de efluente acaba indo parar em corpos hídricos em torno da cidade, incluindo as fontes de captação para o abastecimento de água.

## **2.2 Contaminantes emergentes**

Os contaminantes emergentes também conhecidos na literatura por poluentes emergentes, micropoluentes, microcontaminantes, constituem uma grande classe de substâncias, sendo os mais comuns de origem antropogênica como compostos farmacêuticos, produtos de higiene pessoal, agrotóxicos, drogas ilícitas, subprodutos oriundo de processos de desinfecção de águas, produtos industriais e microplásticos. Existem também os de origem natural, produzidos por alguns microrganismos e algas. Os contaminantes emergentes estão relacionados a substâncias que não são regulamentadas atualmente no Brasil, mas podem ser candidatos a regulamentação no futuro com base em pesquisas sobre seus possíveis efeitos à saúde e os resultados da observação de sua ocorrência (FARTO et al., 2021).

Conforme mencionado anteriormente, estudos apontam a presença de contaminantes emergentes no meio ambiente, porém os efeitos causados por estes compostos nos seres vivos ainda não são bem compreendidos, no entanto devido a possíveis alterações na saúde humana como: infertilidade masculina, câncer de testículo e de mama, diversas pesquisas vêm sendo realizadas, principalmente em corpos hídricos, em razão das características dessas substâncias (SOARES et al., 2020).

Os contaminantes emergentes mais pesquisados no mundo, sendo o segundo tipo mais estudado no Brasil são os fármacos. Esses compostos são frequentemente lançados em grandes quantidades no meio ambiente, por descarte incorreto de medicamentos e esgoto urbano, industrial e hospitalar. Os fármacos são desenvolvidos com o objetivo de produzir efeitos biológicos benéficos ao corpo humano porém, muitos deles são persistentes e lipofílicos e podem bioacumular, já outros são parcialmente metabolizados pelo organismo, e seus subprodutos, que são liberados no meio ambiente, também podem impactar negativamente a fauna e flora (MONTAGNER; VIDAL e ACAYABA, 2017).

### **2.3 Fármacos**

A farmacologia é definida como a ciência que estuda as ações das substâncias químicas, como absorção, biotransformação e excreção, bem como o uso e efeitos dessas substâncias no organismo humano. Além disso, esta ciência tem a importante tarefa de desenvolver novos princípios ativos, conhecendo as propriedades físico-químicas destes compostos. Os fármacos são indispensáveis para a vida, eles previnem, controlam e curam sintomas e doenças, dando qualidade de vida aos seres vivos (LARINI, 2009).

A população e a economia têm se beneficiado com os avanços científicos na área da saúde, já que anualmente o comércio farmacêutico global movimenta bilhões de dólares. Em crescente ascensão, o mercado vem aumentando tanto a produtividade quanto a variedade de novos princípios ativos. São considerados fármacos todas as drogas utilizadas com ou sem prescrição médica, de uso humano ou animal, incluindo suplementos alimentares. Nota-se que nas últimas décadas o consumo de fármacos aumentou em todo mundo, incluindo o Brasil, sobretudo devido a automedicação com analgésicos e antitérmicos vendidos sem a necessidade de prescrição médica, e os de uso contínuo como os reguladores lipídicos, anticoncepcionais e antidepressivos (MONTAGNER; VIDAL e ACAYABA, 2017).

Quando ingeridos, os fármacos são metabolizados pelo organismo, e consecutivamente são excretados através de urina e fezes, no entanto, o uso contínuo de fármacos provoca a introdução e prevalência dessas substâncias no

esgoto doméstico (SOARES et al., 2020). A identificação de substâncias farmacêuticas residuais em matrizes ambientais têm levantado preocupações, e tem sido abordado em vários trabalhos de pesquisas desde o final da década de 90, tornando-se um tema bastante discutido pelo fato de muitas dessas substâncias serem frequentemente encontradas nas estações de tratamento de esgoto (ETE's) e em estações de tratamento de água (ETA's), também em outras matrizes ambientais como solo, sedimento e águas naturais. Alguns fatores climáticos como chuva, temperatura e incidência solar podem afetar a forma que os fármacos reagem e se degradam no meio ambiente (ARAÚJO et al., 2010).

Os fármacos que levantam maior preocupação quando identificados no meio ambiente são os de origem hormonal pelo potencial de interferência endócrina, os psicoterápicos por atuarem diretamente no sistema nervoso central e os antibióticos por provocarem um aumento na quantidade de bactérias resistentes. Os antibióticos em particular vem ganhando destaque e, em 2016 foram convocadas todas as nações a tomarem medidas com a finalidade de diminuir os efeitos da resistência antimicrobiana (OMS, 2020).

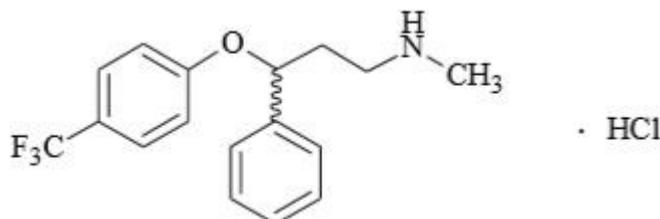
O Brasil ainda não possui uma resolução sobre níveis de fármacos permitidos no meio ambiente, pouco se conhece sobre os efeitos destas substâncias no ambiente em longo prazo, e que efeitos adversos eles podem ter. Alguns estudos ecotoxicológicos já mostram que baixas concentrações de fármacos podem ter efeitos e ser detectados em células, órgãos, organismos, populações e ecossistemas (ARAÚJO et al., 2010). Tendo em vista o exposto é fundamental a implementação de educação ambiental nas escolas e bairros, divulgando junto a população, de como descartar corretamente os medicamentos que não possuem mais uso ou estão vencidos, a implantação de ponto de coletas, investimento em saneamento básico, criação de legislações mais rigorosas e a cobrança de indústrias farmacêuticas.

### **2.3.1 Cloridrato de Fluoxetina**

O cloridrato de fluoxetina (Figura 1), é um inibidor seletivo da recaptação da serotonina (ISRS) da classe dos antidepressivos, administrado pela via oral de rápida absorção no trato gastrointestinal, afeta o sistema nervoso central (SNC) atuando nos níveis de serotonina, ajustando o humor, o bem-estar, o sono, o apetite,

o foco, entre outras funções. Embora inicialmente se destinasse ao tratamento da depressão, hoje é comumente prescrito para, transtorno obsessivo compulsivo (TOC), bulimia nervosa e transtorno do pânico, algumas pessoas se automedicam indevidamente para controle de peso (PUBCHEM, 2022).

Figura 1 - Estrutura química do cloridrato de fluoxetina.



Fonte: Farmacopéia Brasileira, 2019.

Na Tabela 1 temos uma melhor visualização e descrição das propriedades do fármaco cloridrato de fluoxetina.

Tabela 1 - Propriedades do fármaco cloridrato de fluoxetina.

<b>Nome químico:</b>	Cloridrato de N-metil-γ-[4-(trifluorometil)fenoxi] benzenopropanamina
<b>Nome genérico:</b>	Cloridrato de Fluoxetina
<b>Fórmula molecular:</b>	C <sub>17</sub> H <sub>18</sub> F <sub>3</sub> NO.HCl
<b>Peso molecular (g/mol):</b>	345,79
<b>Classe terapêutica:</b>	Antidepressivo
<b>Solubilidade em água:</b>	Moderadamente solúvel

Fonte: Adaptado de Farmacopéia Brasileira, 2019.

A eficiência do cloridrato de fluoxetina é dada durante o uso em longo prazo, é extensivamente metabolizada no fígado à norfluoxetina e em outros metabólitos não identificados, que são excretados 75% na urina e 10% nas fezes, sendo que menos de 10% da fluoxetina não é metabolizada pelo organismo. Este fármaco possui meia-vida de eliminação de 1 a 3 dias e a de seu metabólito ativo é de 7 a 15 dias, apresenta alto perfil lipofílico e se liga fortemente às proteínas plasmáticas (PEREZ-CABALLERO et al., 2014).

Alguns estudos apontam que a depressão e a ansiedade são as doenças do século, com o aumento significativo de diagnósticos e conseqüentemente o acréscimo no uso de antidepressivos (KALINOSKI, 2019). Pesquisas realizadas recentemente mostram que antidepressivos e ansiolíticos estão se tornando comuns no meio ambiente e também apontam que indústrias desses medicamentos e hospitais têm grande parcela na contaminação do ecossistema (Ma et al., 2018).

Em um outro estudo desenvolvido por Brooks et al.(2005) conseguiu detectar a presença de antidepressivos no tecido das espécies *L. macrochirus*, *I. punctatus* e *P. nigromaculatus* em um riacho localizado no Condado de Denton, Texas, EUA. As maiores concentrações de todos os compostos foram observadas no cérebro entre elas a fluoxetina com 1,58 a 0,74 ng, também foi detectado no tecido do fígado 1,34 a 0,65 ng da fluoxetina, e no tecido muscular foram detectadas as concentrações mais baixas 0,11 a 0,03 ng de fluoxetina.

Ainda em um outro estudo com girinos foi possível observar que seu crescimento foi reduzido quando eles eram expostos a altas concentrações de fluoxetina ao longo da metamorfose, relacionado as taxas reduzidas de alimentação entre girinos expostos, o que pode ter sido mediado por um aumento nos níveis de serotonina (CONNERS et al.,2009).

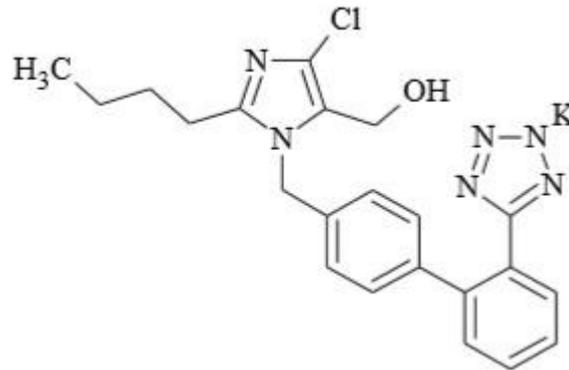
A identificação destes compostos nos recursos hídricos e os efeitos que esse fármaco apresenta ao ambiente aquático reforça a importância de analisar se ele se encontra presente nos corpos hídricos de Caçapava do Sul, em virtude de que o consumo deste medicamento pode ser ainda mais alto, já que estes dados apresentados representam somente a retirada junto ao SUS através da farmácia da prefeitura, não sendo considerado o consumo pela aquisição em farmácias comerciais da cidade.

### **2.3.2 Losartana Potássica**

A losartana potássica (Figura 2) classificado como um anti-hipertensivo, é um bloqueador dos receptores da angiotensina II, sendo um medicamento de uso contínuo, usado para tratar hipertensão, insuficiência cardíaca, reduzir o risco de acidente vascular cerebral, principalmente derrames e infartos do miocárdio, também

é usada para tratamento de proteção renal em pacientes com diabetes tipo 2 e proteinúria (BRITAIN, 2015).

Figura 2 - Estrutura química da losartana potássica.



Fonte: Farmacopéia Brasileira, 2019.

A seguir na Tabela 2 temos a descrição das propriedades do fármaco losartana potássica.

Tabela 2 - Propriedades do fármaco losartana potássica.

<b>Nome químico:</b>	Sal de potássio de 2-butil-4-cloro-1-[[2'-(2H-tetrazol-5-il) [1,1'-bifenil]-4-il]metil]-1H-imidazol-5metanol
<b>Nome genérico:</b>	Losartana potássica
<b>Fórmula molecular:</b>	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> ClKN <sub>6</sub> O
<b>Peso molecular (g/mol):</b>	461,01
<b>Classe terapêutica:</b>	Anti-hipertensivos
<b>Solubilidade em água:</b>	Solúvel

Fonte: Adaptado de Farmacopéia Brasileira, 2019.

A losartana potássica é absorvida rapidamente após a administração entre 1 a 2 horas, sofrendo metabolismo de primeira passagem, aproximadamente 14% da dose de losartana consumida é convertida em seu metabólito, ácido carboxílicoativo, e em outros metabólitos inativos, o fármaco possui ligação a proteínas plasmáticas. Este medicamento pode ser administrado independentemente da

alimentação, porém quando consumido com as refeições diminui a taxa de absorção e reduz seu metabólito em aproximadamente 10%. A losartana pode ser administrada de forma via sistêmica (injeção) ou via oral (comprimido), quando administrada via sistêmica 4% da dose é excretada não modificada na urina e 6% na forma de metabólito ativo, já quando administrada via oral, 35% é eliminado pela urina e 60% nas fezes (SICA; GEHR e GHOSH, 2005).

Alguns estudos apontam que a hipertensão é um grave problema de saúde pública em países industrializados e em desenvolvimento como o Brasil. A hipertensão é um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares e cerebrovasculares pois causa alterações nos vasos sanguíneos, e o aumento da pressão arterial sendo maior ou igual 140/90 mmHg, trata-se de uma doença crônico-degenerativa, assintomática e de evolução gradativa (BECK et al., 2016).

Uma pesquisa realizada por GODOY; KUMMROW e PAMPLIN (2015) comparando a toxicidade do cloridrato de propranolol e a losartana potássica no crescimento da espécie *L. minor*, mostra que a losartana se apresentou ligeiramente mais tóxica, classificando os dois fármacos como perigosos para os ambientes aquáticos. Não foram encontrados muitos estudos em relação aos efeitos da losartana no meio ambiente, e pouco se conhece sobre a interação dela com outras substâncias, embora o estudo tenha apresentado riscos estimados aceitáveis, são necessárias pesquisas mais profundas em espécies não alvo para apresentar com maior clareza o risco deste fármaco no meio ambiente.

De acordo com as características deste fármaco é de fundamental importância a análise nos corpos hídricos de interesse do estudo, em virtude do levantamento realizado junto a farmácia municipal de Caçapava do sul que apresenta elevado consumo podendo ser maior ainda já que os dados representam apenas a retirada pelo SUS junto a farmácia da prefeitura.

#### **2.4 Espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-VIS**

A espectrofotometria molecular na região do UV-visível é um dos métodos analíticos mais populares, devido à sua robustez, operação simples, baixo custo e a capacidade de quantificação de substâncias contidas em amostras, a técnica é muito utilizada em diversas áreas farmacêutica, biotecnológica e ambiental, bem como no setor dos produtos alimentares (RIJO et al., 2021).

Com base na interação da energia radiante com a amostra, um feixe de luz é incidido sobre a amostra líquida que absorve certa frequência, neste processo a energia é transferida para os átomos, moléculas ou íons presentes na amostra, como resultado as espécies passam de um estado fundamental de baixa energia, para um estado excitado de alta energia. Como resultado, é criada uma área de radiação eletromagnética em comprimento de onda, que varia de 160 a 380 nanômetros no ultravioleta (UV) e de 380 a 780 nanômetros no visível (VIS) (FILHO et al., 2010).

## **2.5 Espectrofluorimetria**

A espectrofluorimetria destaca-se pela simplicidade, sensibilidade e baixo custo, amplamente utilizada como técnica quantitativa em diversas áreas, como química, farmacologia, meio ambiente e ciência de alimentos. Refere-se a emissão da radiação eletromagnética que causa agitação nas moléculas, movendo-se do seu estado fundamental para o estado excitado. Em alguns compostos essa agitação resulta na fluorescência, que pode ser facilmente observada, sendo o processo de fotoluminescência (SENA; TREVISAN e POPPI, 2005).

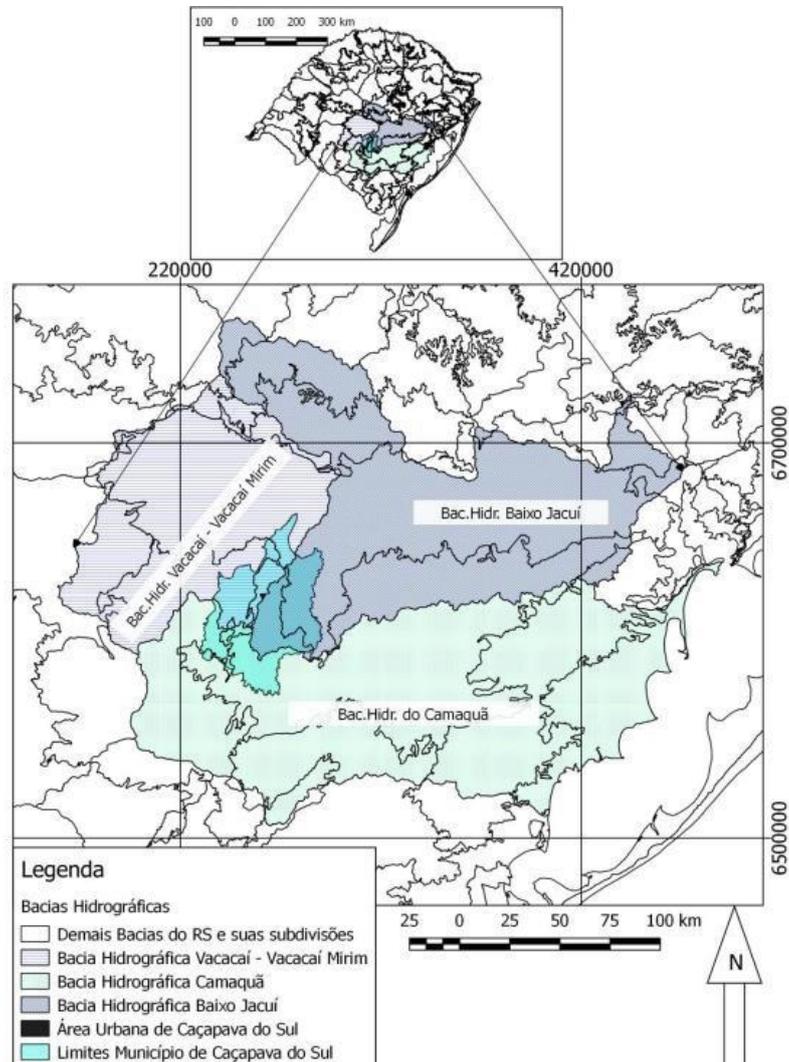
A técnica da espectrofluorimetria é bastante versátil e útil na análise de fármacos, tanto no controle de qualidade quanto na identificação destas substâncias no ambiente (DE VILASBOAS, 2010).

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Área de estudo**

A área de estudo localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, a 430 metros de altitude com coordenada central UTM (SIRGAS 2000) Latitude: 6621737 S; Longitude: 261380 E, a 260 km através da BR-290 da capital do estado Porto Alegre. A cidade de Caçapava do Sul fica inserida em três bacias hidrográficas (Figura 3) acompanhadas da porcentagem de área do município, Baixo Jacuí (41%), Rios Vacacaí – Vacacaí Mirim (30%) e Rio Camaquã (29%) (SEMA, 2022).

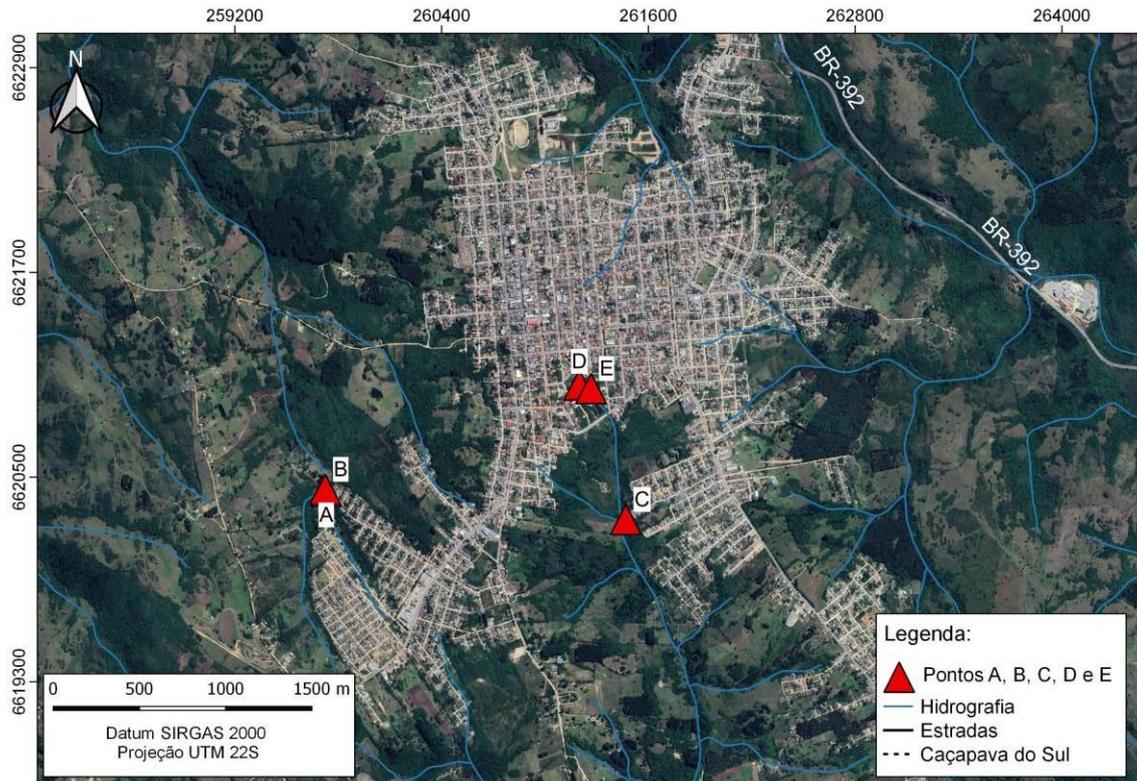
Figura 3 - Bacias hidrográficas que compõem o município de Caçapava do Sul.



Fonte: Adaptado de TELLES, 2016.

Como mencionado anteriormente o panorama sanitário do município, o esgoto urbano não recebe tratamento e nem uma destinação, indo parar em arroios importantes para o abastecimento de água do município. Neste estudo foi realizada a coleta das amostras em 5 pontos em córregos que recebem esta carga de esgotamento na região centro-sul da cidade, sendo os pontos A e B no bairro Vila Sul, ponto C no bairro Aviação e pontos D e E no parque da Fonte do Mato. A Figura 4 apresenta a imagem aérea da área de estudo com destaque para os pontos de coleta.

Figura 4 - Imagem de localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2023.

### 3.1.1 Coletas

As coletas foram realizadas mensalmente nos corpos hídricos apresentados anteriormente, no período da manhã das 08:00 às 10:00, devido a ser o momento em que a população costuma a usar mais o sanitário. Os trabalhos iniciaram no mês de setembro e finalizaram em dezembro de 2022. Foram utilizados frascos esterilizados de polietileno, com capacidade de 500mL, sendo identificados no momento da coleta. As análises físico-químicas e a leitura na espectrofluorimetria foram realizadas no mesmo dia da coleta, com exceção da leitura no UV-VIS que foi realizada no dia seguinte, por isto as amostras foram mantidas refrigeradas a 4 °C.

A Tabela 3 apresenta informações referentes aos dias em que as coletas foram realizadas, sendo eles a condição do tempo, a temperatura na hora das coletas e a ocorrência de chuva nos 3 dias antes das coletas.

Tabela 3 - Clima em relação às coletas.

	<b>Tempo</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Chuva nos 3 dias anteriores</b>
<b>1º Coleta - Setembro</b>	Sol	15	Sem chuva nos 3 dias anteriores
<b>2º Coleta - Outubro</b>	Sol	18	Sem chuva nos 3 dias anteriores
<b>3º Coleta - Novembro</b>	Sol	21	Sem chuva nos 3 dias anteriores
<b>4º Coleta - Dezembro</b>	Sol	18	Sem chuva nos 3 dias anteriores

Fonte: Autora, 2023.

A Figura 5 apresenta os pontos de coleta A e B e seu entorno, localizados no bairro Vila Sul, podemos observar que os pontos identificados, sofrem grandes alterações, além de receber esgoto doméstico, também contam com descarte incorreto de resíduos sólidos.

Figura 5 - Pontos de coleta (a) ponto A; (b) ponto B.



Fonte: Autora, 2023.

A Figura 6 apresenta o ambiente em que o ponto C se encontra, localizado no bairro Aviação, diferente dos pontos mencionados anteriormente, recebe apenas esgoto doméstico.

Figura 6 - Ponto de coleta C



Fonte: Autora, 2023.

A Figura 7 apresenta o entorno dos pontos D e E localizados no parque da Fonte do Mato, um ponto turístico do município de Caçapava do Sul, conhecido por sua nascente de água que inclusive já abasteceu a cidade anos atrás. Vale destacar que os pontos C, D e E tem como destino final a barragem da Fonte do Mato, uma das fontes de captação de água que abastece a cidade.

Figura 7 - Pontos de coleta (a) ponto D; (b) ponto E.



Fonte: Autora, 2023.

## 3.2 Reagentes utilizados

Os reagentes utilizados foram os padrões certificados dos fármacos cloridrato de fluoxetina e losartana potássica, ácidos clorídrico e sulfúrico p. a.

## 3.3 Análises laboratoriais

### 3.3.1 Espectrofotometria molecular na região do UV-VIS

As curvas analíticas obtidas e as leituras das amostras, todas em triplicatas, para os dois fármacos em questão, foram realizadas utilizando o equipamento de espectrofotometria UV-visível da marca Kasuaki, Modelo IL-593-S com varredura (SCAN), e cubetas de quartzo de 1 cm, com faixa de leitura de 190 a 400 nm.

#### 3.3.1.1 Cloridrato de Fluoxetina

O trabalho desenvolvido por Fregonezi-nery et al. (2008) foi utilizado como referência para o desenvolvimento da curva padrão do cloridrato de fluoxetina no UV-VIS. A concentração da solução estoque foi de 203 mg/L do padrão cloridrato de fluoxetina, em 100 mL de ácido clorídrico 0,10059 mol/L, armazenado em um frasco de vidro âmbar e mantido sob refrigeração de 4 °C para ser utilizado nos procedimentos. Pode-se observar que esta solução teve estabilidade química de no máximo 4 meses, pois após este prazo ela não reproduzia mais o sinal do fármaco.

A curva analítica foi obtida com seis diferentes concentrações a partir da solução estoque: 5,075; 10,15; 15,225; 20,3; 25,375 e 30,45 mg/L, em HCl 0,10059 mol/L. A leitura da absorbância foi em 208 nm, resultando na seguinte equação da reta,  $y=0,173x+0,0391$  e  $R^2= 0,9974$ .

#### 3.3.1.2 Losartana potássica

A concentração da solução estoque do padrão losartana potássica foi de 102 mg/L em 100 mL de água ultrapura, mantida em um frasco de vidro âmbar sob refrigeração a 4 °C. Pode-se observar que esta solução teve estabilidade química de

no máximo 5 meses, pois após este prazo ela não reproduzia mais o sinal do fármaco.

Para a construção da curva analítica foram utilizadas seis diferentes concentrações da losartana em água ultrapura: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0 mg/L, a partir da solução estoque. A leitura da absorbância máxima foi em 207 nm, gerando como resultado a seguinte equação da reta,  $y=0,1051x+0,0159$  e  $R^2=0,997$ . Como material de apoio no desenvolvimento da curva padrão da losartana potássica no UV-VIS, foi utilizado o trabalho realizado por Bonfilio et al. (2009).

### **3.3.2 Espectrofluorimetria**

Para as análises espectrofluorimétricas foi utilizado, o equipamento da marca Shimadzu, modelo RF5301PC. Todas as leituras, dos padrões e amostras, foram feitas em triplicata em cubeta de quartzo de 1cm.

#### **3.3.2.1 Cloridrato de Fluoxetina**

Como base para o desenvolvimento da curva analítica do cloridrato de fluoxetina na espectrofluorimetria foi utilizado o estudo realizado por Ricachenevsky et al. (2007), utilizando a mesma solução estoque preparada para leitura no UV-VIS, com concentração de 203 mg/L do padrão cloridrato de fluoxetina em 100 mL de ácido clorídrico 0,10059 mol/L.

Para o desenvolvimento da curva foram realizadas cinco diferentes concentrações da solução estoque em HCl 0,10059 mol/L: 0,2010; 0,5025; 1,0050; 1,5075 e 2,0100 mg/L, o pH das soluções ficou em torno de 2,30. Adotando o seguinte parâmetro para leitura,  $\lambda_{exc.}$  230 nm e  $\lambda_{em.}$  294 nm, resultando na seguinte equação da reta  $y=345,71x+46,161$  e  $R^2 = 0,9984$ .

#### **3.3.2.2 Losartana Potássica**

Para a construção da curva analítica na espectrofluorimetria foi utilizada a mesma solução estoque do padrão losartana potássica usada na leitura realizada no UV-VIS, com concentração de 102 mg/L em 100 mL de água ultra pura.

Utilizado como solvente água ultrapura, foi adicionado em cada uma das seis diferentes concentração 125 µL de ácido sulfúrico 4,575 mol/L, deixando o pH em até 2, sendo as seguintes concentrações: 0,204; 0,306; 0,408; 0,510; 0,612 e 0,714 mg/L. Adotado o seguinte parâmetro para análise da losartana potássica,  $\lambda_{exc}$ . 250 nm e  $\lambda_{em}$ . 393 nm, obtendo a seguinte equação da reta  $y=1375,8x+33,898$  e  $R^2 = 0,9995$ . Como material de apoio foi utilizado o artigo desenvolvido por Demirkaya- Miloglu; Yaman e Kadioglu (2014).

### 3.4 Parâmetros físico-químicos

Uma molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, formando a estrutura química H<sub>2</sub>O, porém nos corpos hídricos não encontramos apenas esses elementos, pois a água possui a capacidade de dissolver e transportar substâncias que acabam interagindo entre si, ocasionando a interferência da qualidade e das características físicas, químicas e biológicas da água, que são associadas também ao regime de chuvas, às épocas do ano e aos muitos processos que ocorrem ao decorrer dos corpos hídricos. Para caracterizar a água é necessário analisar diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos que vão determinar a qualidade da água e definir seu uso (FUNASA, 2014).

As Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011 estabelecem os parâmetros para classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais, e define as concentrações e padrões de determinadas substâncias permitidas para o lançamento de efluentes em corpos d'água. Por este motivo se faz necessário analisar nos corpos d'água de interesse do estudo em questão, alguns parâmetros físicos: condutividade elétrica, temperatura e turbidez e químico: potencial hidrogeniônico (pH), para identificar a qualidade da água.

#### 3.4.1 Condutividade

A condutividade elétrica indica a capacidade da água conduzir corrente elétrica. Depende da concentração de íons presentes na solução (cátions e ânions), e também está associada a temperatura. Quanto maior a carga de sólidos dissolvidos em água, maior será a sua condutância. A medida da condutividade da

água é importante quando se está monitorando a sua qualidade para um determinado processo industrial onde se pode obter o conhecimento prévio dessa qualidade, pois qualquer alteração do valor da condutividade fornece imediatamente indicações de possíveis poluições da água (SANTOS, 2008). Para a obtenção dos valores de condutividade das amostras foi utilizado o condutivímetro de bancada da marca e modelo Gehaka - CG 1800.

### **3.4.2 Potencial hidrogeniônico – pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio em solução. Analisar o pH é importante em diversas etapas em estações de tratamento de água e esgoto, e também para outras finalidades. O pH define as condições do meio líquido, se estão ácidas ou alcalinas, em uma escala de 0 a 14, sendo abaixo de 7 condições ácidas, acima de 7 condições alcalinas e 7 condições neutras (SANTOS, 2008).

A Resolução 357/05 do CONAMA recomenda que o pH da água doce seja mantido na faixa de 6 a 9, pois o pH nesta faixa de valor tem o objetivo de minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição. Para as águas salinas e salobras são estabelecidos os limites entre 6,5 e 8,5. Já para o lançamento de esgoto em corpos d'água deve estar na faixa de 5 a 9, sendo que o efluente deve ser tratado antes do lançamento, para evitar impactos sobre o corpo receptor. Os valores de pH foram obtidos através do pHmetro de bancada da marca Alfakit e modelo AT-355. As leituras foram realizadas com a temperatura das amostras em aproximadamente 20°C.

### **3.4.3 Temperatura**

A temperatura da água é importante pelos efeitos nas reações químicas e taxa de reação, e possui influência nos outros parâmetros como pH e condutividade. A variação da temperatura em corpos d'água pode se dar de forma natural como energia solar, ou de forma antrópica como despejo de efluentes, ocasionando muitos problemas. Como por exemplo, o aumento da temperatura aumenta a taxa das

reações químicas, além de que o oxigênio é menos solúvel em águas quentes, pode causar mudança em espécies de peixes existentes. Os ambientes aquáticos brasileiros possuem em geral temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. Em regiões mais frias, como no sul do país, a temperatura da água em períodos de inverno pode ficar entre 5°C e 15°C, em alguns casos pode até atingir ponto de congelamento (FUNASA, 2014). As temperaturas das amostras foram obtidas no momento das coletas através de um termômetro convencional, em escala de 0°C a 100°C.

#### **3.4.4 Turbidez**

Turbidez refere-se ao grau de clareza da água, quanto maior for a quantidade de material em suspensão na água mais turva ela estará. Pode ser provocada por matéria orgânica, matéria mineral, detritos e plânctons entre muitas outras substâncias. Dependendo das condições, o material particulado pode acabar formando flocos e decantando no fundo do corpo d'água. Com um grande volume de sedimento em suspensão diminui a inserção dos raios solares na água, gerando uma alteração da atividade fotossintética, aumentando a proliferação de macrófitas e algas superficiais, isso favorece a proliferação de cianobactérias produtoras de toxinas, causando também a diminuição do oxigênio dissolvido e em casos extremos causar a morte de peixes (SANTOS, 2008).

A Resolução 357/05 do CONAMA recomenda para condições e padrões em águas doces de classe 1 a turbidez de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) e classe 2 e 3 até 100 UNT. O turbidímetro utilizado para a leitura da turbidez pertence à marca Hach, modelo 2100N.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Análises físico-químicas**

A seguir os resultados serão apresentados através de tabelas e discutidos cada parâmetro físico-químico descrito anteriormente.

#### 4.1.1 Condutividade

A Tabela 4 apresenta os valores de condutividade das amostras.

Tabela 4 - Resultados da condutividade das amostras.  
Condutividade ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Pontos	A	B	C	D	E
1º Coleta	670	517	344	743	531
2º Coleta	495	551	263	639	450
3º Coleta	695	847	360	712	571
4º Coleta	645	778	379	783	627

Fonte: Autora, 2023.

A condutividade elétrica da água é um parâmetro não descrito nas resoluções do CONAMA, mas de acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde a condutividade em ambientes contaminados por poluentes domésticos ou industriais, os valores podem chegar a 1.000 S/cm (BRASIL, 2006). De acordo com os dados apresentados da condutividade dos corpos hídricos em estudo, encontra-se dentro do recomendado pela secretaria de vigilância sanitária.

#### 4.1.2 Potencial Hidrogeniônico - pH

A Tabela 5 representa os valores de pH das amostras.

Tabela 5 - Resultados dos pH das amostras.

Pontos	pH				
	A	B	C	D	E
1º Coleta	7,68	7,39	7,27	7,41	7,28
2º Coleta	7,58	7,53	7,17	7,21	7,09
3º Coleta	7,77	7,68	7,43	7,07	7,39
4º Coleta	7,71	7,59	7,32	7,30	7,25

Fonte: Autora, 2023.

Através dos valores apresentados podemos perceber que o pH das amostras se mantém neutro, segundo a Resolução CONAMA 357/05 o pH dos corpos hídricos

encontra-se dentro dos valores recomendados para águas que recebem descarte de esgoto.

#### 4.1.3 Temperatura

A seguir na Tabela 6 podemos observar os valores das temperaturas das amostras.

Tabela 6 - Resultados das temperaturas das amostras.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>					
<b>Pontos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>1º Coleta</b>	12	13	14	17	15,5
<b>2º Coleta</b>	16	18	18	20	19
<b>3º Coleta</b>	20	20	20	22	22
<b>4º Coleta</b>	18	18	18	22	23

Fonte: Autora, 2023.

Podemos observar que os valores de temperaturas também não se encontram fora do recomendado na resolução CONAMA 357/05, onde diz que a temperatura de corpos receptores de efluentes devem ter temperatura inferior a 40 °C.

#### 4.1.4 Turbidez

A Tabela 7 apresenta os valores referentes à turbidez das amostras.

Tabela 7 - Resultados das turbidez das amostras.

<b>Turbidez (UNT)</b>					
<b>Pontos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>1º Coleta</b>	3,16	7,82	5,27	27,4	28,6
<b>2º Coleta</b>	1,26	4,55	3,01	103	13,1
<b>3º Coleta</b>	1,82	6,61	2,25	22,6	17,3
<b>4º Coleta</b>	1,05	2,53	1,97	34,1	10,7

Fonte: Autora, 2023.

Conforme a resolução CONAMA 357/05 a turbidez dos corpos hídricos deve estar em até 40 UNT. Podemos observar que na amostra D realizada na segunda coleta a turbidez se apresentou em 103 UNT, fora do limite indicado pelo CONAMA. Como resultado sabemos que este ponto possui maior material em suspensão, pois apresentou os maiores valores de turbidez comparado aos outros pontos.

## 4.2 Análises espectrofotométricas

### 4.2.1 Espectrofotometria molecular na região do UV-VIS

Para as leituras utilizando a metodologia UV-VIS se fizeram necessárias diluições das amostras, para que as absorvâncias estivessem dentro da faixa de leitura prevista pela lei de Beer. Sendo que, para as amostras coletadas no ponto A foi preciso uma maior diluição de 25/75, as demais amostras foram diluídas 50/50, não sendo realizado nenhum procedimento para preparação das amostras, as leituras foram realizadas em triplicatas no dia seguinte à coleta.

Na Tabela 8 podemos observar as concentrações dos fármacos presentes nos corpos hídricos de interesse do estudo em mg/L, utilizando a metodologia do UV-VIS.

Tabela 8 - Resultados dos fármacos no UV-VIS.

Pontos	Cloridrato de Fluoxetina (mg/L)					Losartana Potássica (mg/L)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1º Coleta	20,96	5,86	13,65	3,72	2,74	42,13	11,24	23,13	7,34	6,58
2º Coleta	18,26	12,00	9,17	12,08	6,47	35,46	20,21	19,18	14,72	12,70
3º Coleta	24,91	4,52	12,85	11,66	5,96	47,55	9,66	23,99	21,11	10,77
4º Coleta	22,93	16,38	12,79	7,94	4,63	43,59	28,81	24,02	14,90	10,20

Fonte: Autora, 2023.

De acordo com os resultados acima podemos constatar a presença destes fármacos nas amostras analisadas, sendo possível observar uma alta concentração para estes compostos, como por exemplo, a concentração indicada da losartana potássica na terceira coleta da amostra A de 47,55 mg/L, o que seria preocupante.

Entretanto, cabe salientar que esta metodologia não é tão seletiva e pode ter interferências de outros compostos que estão presentes na amostra, como por exemplo: antibióticos, analgésicos, cafeína, dentre outros, que alteram os valores reais das concentrações dos fármacos de estudo. Neste sentido, o procedimento adequado a ser adotado é uma extração do fármaco na amostra, para ser analisado pela metodologia proposta, conforme indicado no trabalho de Moraes; Brambilla (2009). Neste trabalho não foi possível fazer a extração dos fármacos nas amostras pelo curto espaço de tempo de realização deste estudo.

#### 4.2.2 Espectrofluorimetria

As leituras das amostras na espectrofluorimetria foram realizadas em triplicatas nos dias das coletas, não se fez necessário diluições das amostras, o único ajuste realizado foi o pH das amostra, utilizando HCl 0,10059 mol/L para o ajuste do pH para leituras referente ao cloridrato de fluoxetina, e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4,575 mol/L para as leituras referente a losartana potássica.

A seguir a Tabela 9 mostra as concentrações dos fármacos em mg/L presentes nos corpos hídricos utilizando a metodologia da espectrofluorimetria.

Tabela 9 - Resultados dos fármacos na Espectrofluorimetria.

<b>Espectrofluorimetria</b>										
<b>Pontos</b>	<b>Cloridrato de Fluoxetina (mg/L)</b>					<b>Losartana Potássica (mg/L)</b>				
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>1º Coleta</b>	-	0,74	0,03	0,78	1,30	0,07	0,06	0,04	0,09	0,07
<b>2º Coleta</b>	0,23	0,59	0,11	2,81	1,46	0,07	0,08	0,03	0,31	0,14
<b>3º Coleta</b>	0,12	0,63	-	1,39	1,17	0,07	0,12	0,03	0,14	0,14
<b>4º Coleta</b>	0,15	0,31	0,03	2,36	1,12	0,08	0,10	0,04	0,26	0,12

Fonte: Autora.

Os resultados das leituras realizadas na espectrofluorimetria identificam concentrações menores do que às apresentada nas leituras feitas no UV-VIS, mas ainda mostram que os fármacos cloridrato de fluoxetina e Losartana potássica encontram-se presentes nos corpos hídricos estudados. Demonstrando ainda que a concentração do cloridrato de fluoxetina é maior sendo detectada em até 2,81 mg/L

na amostra D referente a 2ª coleta, comparados o valor máximo de losartana potássica que foi de 0,26 mg/L na mesma amostra e coleta.

#### 4.2.3 Cromatografia líquida

Foi solicitado ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas – LARP da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a análise do fármaco losartana potássica nos pontos B e E, para a confirmação dos resultados obtidos nas metodologias empregadas no presente estudo, utilizado a Cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS/MS), empregando a extração em fase sólida (SPE). A coleta das amostras foi realizada no mês de dezembro, entre as coletas 3 e 4, a Tabela 10 apresenta os resultados obtidos através da cromatografia.

Tabela 10 - Resultados de cromatografia.

	<b>Cromatografia</b>
	<b>Losartana Potássica (µg/L)</b>
<b>Amostra B</b>	2,963
<b>Amostra E</b>	1,145

Fonte: autora.

De acordo com a tabela 10 podemos confirmar a presença da losartana potássica nos corpos hídricos onde foram coletadas as amostras B e E, com concentrações menores do que as identificadas no UV-VIS e Espectrofluorimetria devido estar em µg/L. A amostra B apresenta uma concentração duas vezes maior que a amostra E.

O laboratório LARP que realizou a análise das amostras possuía somente o protocolo de análises para um dos fármacos estudados, por este motivo não foi feita a análise do cloridrato de fluoxetina através da cromatografia, os pontos coletados para a análise foram escolhidos estrategicamente, já que pertencem ao mesmo corpo hídrico que os pontos A e D se localizarem depois.

Através da metodologia empregada podemos confirmar a presença dos fármacos escolhidos nos corpos hídricos, em baixas concentrações, em unidades de µg a mg. Lembrando que para as leituras das amostras não foi adotado o procedimento de extração do fármaco, o que gera interferência nos valores

quantificados devido a presença de outras substâncias. Os valores apresentados na cromatografia são valores para validação, onde ocorreu a extração do fármaco, em relação a quantificação os resultados são confiáveis.

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar a presença dos fármacos cloridrato de fluoxetina e losartana potássica, não sendo realizado nenhum estudo com relação aos efeitos que esta presença pode causar no meio ambiente. Lembrando que foram analisados apenas dois fármacos, podendo ser que outras substâncias estejam presentes em maiores concentrações. Algumas pesquisas já realizadas com o intuito de apresentar meios de remoção de fármacos do meio aquático por absorção, como por exemplo o trabalho desenvolvido por Borges et al. (2016), utilizando filtros de carvão ativado associado a microrganismos em ETA, mostrando que a técnica possui elevada capacidade e baixo custo na remoção dos fármacos. Como sugestão poderia ser uma opção a ser aplicada na ETA do município de Caçapava do Sul, já que a cidade ainda não possui ETE.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os parâmetros físico-químicos analisados, os corpos hídricos de interesse do estudo mesmo recebendo constantes cargas de esgoto urbano, não apresentaram valores preocupantes ou fora dos padrões indicados pela Resolução CONAMA 357/05 e a Secretaria de Vigilância em Saúde, sendo apenas um comparativo com estas legislações, pois para caracterizar em que classe esses corpos hídricos se enquadram seria necessário a análise de outros parâmetros. Isto não significa que o município de Caçapava do Sul está isento de investir em saneamento, principalmente na parte de coleta e tratamento de esgoto.

Os dados obtidos, tanto na espectrofotometria UV-vis quanto na espectrofluorimetria evidenciam a presença da losartana potássica e do cloridrato de fluoxetina nos 5 diferentes pontos coletados, porém a quantificação mais precisa destes fármacos necessita de um trabalho mais elaborado, considerando que a cromatografia, usada para confirmação das análises, apresentou valores significativamente menores. Por fim conclui-se que a necessidade de estudos mais aprofundados, como por exemplo conhecer se o tratamento convencional realizado na ETA consegue também remover os fármacos identificados e quais males eles podem causar no ambiente aquático da região e na saúde humana.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de águas. **ATLAS ESGOTOS: DESPOLUIÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – SISTEMA EXISTENTE**, 2016, Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Rio\\_Grande\\_do\\_Sul/Sistema\\_Atual/Ca%C3%A7apava\\_do\\_Sul.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Rio_Grande_do_Sul/Sistema_Atual/Ca%C3%A7apava_do_Sul.pdf), Acesso em 20 de janeiro de 2023.

ARAUJO, Karla et al. **Fármacos residuais: um problema de caráter ambiental**. In: congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica. 2010.

BECK, Carmem Cristina et al. **Pressão arterial e fatores associados em adolescentes na região Sul do Brasil**. Rev. bras. hipertens, p. 22-28, 2016.

BONFILIO, Rudy et al. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para determinação de losartano potássico em cápsulas**. Universidade Federal de Alfenas Unifal-MG, 2009.

BORGES, Rívea Medri et al. **Uso de filtros de carvão ativado granular associado a microrganismos para remoção de fármacos no tratamento de água de abastecimento**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 21, p. 709-720, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Farmacopéia Brasileira, Insumos Farmacêuticos e Especialidades**, v. 2, 6<sup>o</sup> ed., p. 1512, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.**, Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf), Acesso em 21 de julho de 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 396, de 3 de abril de 2008.**, Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>, Acesso em 21 de julho de 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011.**, Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>, Acesso em 21 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**, Brasília: Ministério da Saúde, 2006., 212 p.

BRITAIN, Harry G. **Profiles of drug substances, excipients and related methodology: Losartan: Comprehensive Profile.**, Elsevier, v. 40, p. 159, 2015.

BROOKS, Bryan W. et al. **Determination of select antidepressants in fish from an effluent-dominated stream.** Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, v. 24, n. 2, p. 464-469, 2005.

CARTAXO, Amanda da Silva Barbosa et al. **Contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano: ocorrência, implicações e tecnologias de tratamento.** Brazilian Journal of development, v. 6, n. 8, p. 61814-61827, 2020.

CONNERS, Deanna E. et al. **Growth and development of tadpoles (*Xenopus laevis*) exposed to selective serotonin reuptake inhibitors, fluoxetine and sertraline, throughout metamorphosis.** Environmental Toxicology and Chemistry, v. 28, n. 12, p. 2671-2676, 2009.

DE VILASBOAS, Diego Ives et al. **Fluorimetria na análise farmacêutica: uma revisão.** Revista Eletrônica de Farmácia, v. 7, n. 1, p. 15-15, 2010.

DEMIRKAYA-MILOGLU, Fatma; YAMAN, Mehmet Emrah; KADIOGLU, Yucel. **Optimization of a spectrofluorimetric method based on a central composite design for the determination of potassium losartan in pharmaceutical products.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 50, p. 611-619, 2014.

ESTEVES, C. C. **O regime jurídico das águas minerais na Constituição de 1988.** 2012. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

FARTO, Cindy Deina et al. **Contaminantes emergentes no Brasil na década 2010-2019 – parte I: ocorrência em diversos ambientes aquáticos.** Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 18, n. 2021, 2021.

FILHO, Henrique Bergamin et al. **ESPECTROFOTOMETRIA NO ULTRAVIOLETA E VISÍVEL.**, Centro de Energia Nuclear na Agricultura Universidade de São Paulo, 2010.

FREGONEZI-NERY, Marlene Maria et al. **Validação de métodos para determinação de fluoxetina em cápsulas.** Química Nova, v. 31, p. 1665-1669, 2008.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**, Brasília: Funasa, 2014., 112 p

GAFFNEY, Vanessa de Jesus et al. **Análise de fármacos em águas por SPE- UPLC-ESI-MS/MS.** Química Nova, v. 37, p. 138-149, 2014.

GODOY, Aline A.; KUMMROW, Fábio; PAMPLIN, Paulo Augusto Z. **Ecotoxicological evaluation of propranolol hydrochloride and losartan potassium to Lemna minor L.(1753) individually and in binary mixtures.** Ecotoxicology, v. 24, n. 5, p. 1112-1123, 2015.

IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário**, Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Caçapava do Sul**, Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cacapava-do-sul/panorama>, Acesso em: 20 de janeiro de 2023.

KALINOSKI, Anderson. **Utilização de carvão ativado de estróbilo masculino de Araucaria Angustifolia para o tratamento de efluentes contaminados com antidepressivos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná., 2019.

LARINI, Lourival. **Fármacos e medicamentos**. Artmed Editora, 2009.

MA, Luo-dan et al., **Occurrence and source analysis of selected antidepressants and their metabolites in municipal wastewater and receiving surface water.**, Environmental Science: Processes & Impacts, v. 20, n. 7, p. 1020-1029, 2018.

MAGALHÃES, M. M.; KUMMROW, F.; DUARTE, C. G. **Quais as opções para reduzir a presença de fármacos no meio ambiente?** In: LIGUORI, C.; LEVY, D. R. (org.). Temas contemporâneos de meio ambiente: direito e pesquisa. Vol. 3. São Paulo: Liber Arts, 2021. p. 185-200.

MENDONÇA, Larissa Bento de Araújo; LIMA, Francisca Elisângela Teixeira; OLIVEIRA, Sherida Karanini Paz de. **Acidente vascular encefálico como complicação da hipertensão arterial: quais são os fatores intervenientes?**. Escola Anna Nery, v. 16, p. 340-346, 2012.

MONTAGNER, Cassiana C.; VIDAL, Cristiane; ACAYABA, Raphael D. **Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios**. Química Nova, v. 40, p. 1094-1110, 2017.

MORAIS, Everton Cristian; BRAMBILLA, Rodrigo. **Sílica sintetizada por impressão molecular para adsorção/pré-concentração de fluoxetina**. Salão de Iniciação Científica (21.: 2009 out. 19-23: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2009., 2009.

OMS. Organização Mundial da Saúde , **Antimicrobial Resistance**, 2020 Disponível em: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 22 de jan. 2023.

PEREZ-CABALLERO, Laura et al. **Fluoxetine: a case history of its discovery and preclinical development**. Expert opinion on drug discovery, v. 9, n. 5, p. 567-578, 2014.

PUBCHEM. National Center for Biotechnology Information. "**PubChem Compound Summary for CID 3386, Fluoxetine**", Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3386>, Acesso em 26 julho de 2022.

RICACHENEVSKY, Cleber et al. **Determinação de cloridrato de fluoxetina em medicamentos por espectroscopia vibracional no infravermelho com transformada de Fourier**. Revista Tecnologia e Tendências, v. 11, n. 1, p. 149-169, 2020.

RICACHENEVSKY, Cleber et al. **Dosagem experimental de cloridrato de fluoxetina utilizando espectroscopia de fluorescência**. 2007.

RIGUETO, Cesar Vinicius Tonicilli; ALESSANDRETTI, Ingridy; DETTMER, Aline. **REMOÇÃO DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ADSORÇÃO: UM REVIEW**, I Web Encontro Nacional de Engenharia Química - evento online, 2021.

RIJO, Patrícia et al. **Métodos de espectroscopia rápida UV-Vis para quantificação de comprimidos de ranitidina**, Jornal de Investigação Biomédica e Biofarmacêutica, 2021.

RIO GRANDE DO SUL. SEMA - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, **Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**, Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas> , Acesso em: 23 de julho de 2022.

SANTOS, E. S. **Caderno Pedagógico Química Análises físico-químicas de Águas e de Solos.**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Secretaria de Estado da Educação, Superintendência da Educação. Pinhais, 2008.

SENA, Marcelo M.; TREVISAN, Marcello G.; POPPI, Ronei J. **PARAFAC: uma ferramenta quimiométrica para tratamento de dados multidimensionais. Aplicações na determinação direta de fármacos em plasma humano por espectrofluorimetria**. Química Nova, v. 28, p. 910-920, 2005.

SICA, Domenic A.; GEHR, Todd WB; GHOSH, Siddhartha. **Clinical pharmacokinetics of losartan**. Clinical pharmacokinetics, v. 44, n. 8, p. 797-814, 2005.

SILVA, Eduardo Gomes da Silva Gomes et al. **Invertebrados marinhos como biomarcadores de fármacos**. Scientific Electronic Archives, v. 14, n. 5, p. 79-84, 2021.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva et al. **Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde**. Revista De Direito Sanitário, v. 20, n. 2, p. 100-133, 2020.

TELLES, P.N.G. **MAPEAMENTO HIDROGEOQUÍMICO DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL (RS)**, Caçapava do Sul – RS, 2016. 78 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). 2016.

## ANEXOS

**Inventário**

FARMÁCIA MUNICIPAL

01/01/2022 Até 31/12/2022 FLUOXETINA

Complete

Classe MAT Grupo MED Outros, Prescritível

Motivo da Baixa

1 resultado no total.

Produto	Apresentação	Valor (R\$)	Inicial	Entrada	Saída	Final	Saída (R\$)	Final (R\$)
Fluoxetina	20 MG - Comprimido(s)	0,0913	42.854	79.940	-117.628	5.166	10.739,44	471,44
			42.854	79.940	-117.628	5.166	10.739,44	471,44

**Inventário**

FARMÁCIA MUNICIPAL

01/01/2022 Até 31/12/2022 losartana

Completo

Classe MAT Grupo MED Outros, Prescritível

Motivo da Baixa

1 resultado no total.

Produto	Apresentação	Valor (R\$)	Inicial	Entrada	Saida	Final	Saida (R\$)	Final (R\$)
Losartana Potássica	50 MG - Comprimido(s)	0	63.660	90.240	-154.020	0	0,00	0,00
			<b>63.660</b>	<b>90.240</b>	<b>-154.020</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

<b>FL19.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO II</b>	 Revisão: 10 Emissão: 10/10/2022 <b>LARP</b> <small>LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS</small>
DOCUMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO	

N° 2765-01/LARP

Cliente: Zilda Baratto Vendrame

CPF/CNPJ: 521.973.280-34

Endereço: Avenida Pedro Anunciação, N° 111, Bairro Vila Batista, 96.570-000, Caçapava do Sul/RS

<b>Data do recebimento da amostra:</b> 07/12/2022	<b>Tipo de amostra:</b> Água Bruta
<b>Método utilizado:</b> Determinação de Resíduos de Fármacos empregando Extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS	<b>Identificação pelo cliente:</b> Vila Sul
<b>Procedimento:</b> POP 113 rev.05	<b>Data da análise:</b> 10/01/2023

COMPOSTOS ANALISADOS	LOD ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Losartana potássica	0,015	0,050

LOD = Limite de detecção do método; LOQ = Limite de quantificação do método.

RESULTADOS	Concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Losartana potássica	2,963
Compostos analisados que não constam nesta Tabela não foram detectados ( $\leq$ LOD)	

< LOQ = menor que o LOQ, ou seja, o composto está presente na amostra em nível de concentração que não pode ser quantificado pelo método.

Os resultados são apresentados para as amostras entregues no LARP pelo cliente.

Este documento somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. A reprodução parcial requer aprovação do laboratório.

Data de emissão: 10/01/2023

Verificação: Luana Floriano

  
 \_\_\_\_\_  
 Signatário Autorizado

Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas – LARP

Campus UFSM, Rua E, Prédio 13D-LARP, CEP 97.105-900, Camobi, Santa Maria, RS Fone: (055) 3220-8011 e-mail: larp@ufsm.br

<b>FL19.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO II</b>	 Revisão: 10 Emissão: 23/10/2022
DOCUMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO	

N° 2765-02/LARP

Cliente: Zilda Baratto Vendrame

CPF/CNPJ: 521.973.280-34

Endereço: Avenida Pedro Anunciação, N° 111, Bairro Vila Batista, 96.570-000, Caçapava do Sul/RS

<b>Data do recebimento da amostra:</b> 07/12/2022	<b>Tipo de amostra:</b> Água Bruta
<b>Método utilizado:</b> Determinação de Resíduos de Fármacos empregando Extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS	<b>Identificação pelo cliente:</b> Fonte do Mato
<b>Procedimento:</b> POP 113 rev.05	<b>Data da análise:</b> 10/01/2023

COMPOSTOS ANALISADOS	LOD ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Losartana potássica	0,015	0,050

LOD = Limite de detecção do método; LOQ = Limite de quantificação do método.

RESULTADOS	Concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Losartana potássica	1,145
Compostos analisados que não constam nesta Tabela não foram detectados ( $\leq$ LOD)	

< LOQ = menor que o LOQ, ou seja, o composto está presente na amostra em nível de concentração que não pode ser quantificado pelo método.

Os resultados são apresentados para as amostras entregues no LARP pelo cliente.

Este documento somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. A reprodução parcial requer aprovação do laboratório.

Data de emissão: 10/01/2023

Verificação: Luana Floriano

  
 \_\_\_\_\_  
 Signatário Autorizado