



**Avaliação microbiológica e química das águas do  
Rio Tietê, em três municípios na sub bacia do alto  
Tietê/Cabeceiras, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e  
Salesópolis**

**NILTON NEVES JÚNIOR**

Dissertação apresentada para a obtenção  
do título de Mestre em Sanidade,  
Segurança Alimentar e Ambiental no  
Agronegócio. Área de concentração:  
Segurança Alimentar e Sanidade no  
Agroecossistema.

**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**

**Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**

**Instituto Biológico**

**Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no  
Agronegócio.**

**Avaliação microbiológica e química das águas do Rio Tietê, em três  
municípios na sub bacia do alto Tietê/Cabeceiras, Mogi das Cruzes,  
Biritiba Mirim e Salesópolis**

**NILTON NEVES JÚNIOR**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de  
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental  
no Agronegócio. Área de concentração: Segurança  
Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

**São Paulo**

**2021**

**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios  
Instituto Biológico  
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no  
Agronegócio.**

**Avaliação microbiológica e química das águas do Rio Tietê, em três municípios  
na sub bacia do alto Tietê/Cabeceiras, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e  
Salesópolis**

**NILTON NEVES JÚNIOR**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de  
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental  
no Agronegócio. Área de concentração: Segurança  
Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Área de concentração: Segurança Alimentar e  
Sanidade no Agroecossistema.

Orientadora:

Professora Dra Eliane Vieira

**São Paulo  
2021**

Eu, **Nilton Neves Junior**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico, de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico, repositório institucional ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte. Declaro também que os dados contidos nesta dissertação/ tese são inéditos e autênticos, portanto, sem fraudes e/ou derivações de plágio e que tenho pleno conhecimento do Código de Ética e dos Procedimentos referentes à proteção da integridade científica do Instituto Biológico.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data 17/12/2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**  
**Núcleo de Informação e Documentação – IB**

Neves Júnior, Nilton.

Avaliação microbiológica e química das águas do Rio Tiête, em três Municípios na sub-bacia do Alto Tiête/ Cabeceiras, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis. / Nilton Neves Júnior. - São Paulo, 2021.

60 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2021D.NN015

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Agrotóxicos e resíduos agrícolas: ecologia e qualidade dos Alimentos.

Orientador: Eliane Vieira.

Versão do título para o inglês: Microbiological and chemical evaluation of the waters of the Tietê River, in three municipalities in the upper Tietê/Cabeceiras sub-basin, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim and Salesópolis.

1. Agrotóxicos 2. Fertilizantes 3. Coliformes termotolerantes 4. *Escherichia coli* I. Neves Júnior, Nilton II. Vieira, Eliane III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2021/015

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Nome: Nilton Neves Júnior

Título: Avaliação microbiológica e química das águas do Rio Tietê, em três municípios na sub bacia do alto Tietê/Cabeceiras, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

**Aprovado em:**    /    /   

**Banca Examinadora**

Prof. Dra Eliane Vieira

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra Cintia Badaro Pedroso

Instituição: Instituto de Pesca

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra Solange Papini

Instituição: Vigilância Sanitária, Prefeitura de São Paulo

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora Prof. Dra. Eliane Vieira (Instituto Biológico de São Paulo) pela confiança e tranquilidade na condução da orientação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio por todos os ensinamentos.

Ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Biológico de São Paulo pela oportunidade de realização do mestrado.

A CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo pela liberação do trabalho para fazer o mestrado.

Ao SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto de Mogi das Cruzes, por permitir a realização de coletas de dentro da Estação de Captação e Recalque Pedra de Afiação (ECR II).

Ao DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, por permitir a coleta de amostras de água, na nascente do Rio Tietê.

Ao SAISP - Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo, na figura da Sra Cristiane P.A. Gonçalves, pelo compartilhamento dos dados pluviométricos.

Ao Engº Paulo Garcia de Oliveira Júnior, por acreditar e respeitar o sonho do próximo.

Ao Prof. Dr. Luiz Mauro Barbosa, pelos ensinamentos a mim conferidos, os quais contribuem em minha vida profissional.

Agradeço ao Sr. Gastão Gonçalves, pela amizade e apoio nas coletas realizadas na nascente do Rio Tietê.

A minha esposa, Regiane e filha, Marina que me incentivaram e apoiaram durante a realização deste trabalho e que sempre estão ao meu lado.

Aos membros da banca de Qualificação Dra Cintia e Dra Solange pelas sugestões e correções para melhoria do trabalho.

Agradeço a Regina Cristina Batista Ferreira e Gisele dos Santos Souza do Laboratório de Ecologia de Agroquímicos do Instituto Biológico de São Paulo por toda ajuda, auxílio e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimento especial aos meus pais, que enfrentaram várias dificuldades de modo a permitir a realização deste sonho.

#### **AGRADECIMENTO PELO FINANCIAMENTO DO PROJETO**

Agradeço a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço ao Fundo de Interesses Difusos -FID Secretária da Justiça do Estado de São Paulo. Convênio FID 006/2017, Pc. SJDC 000.664/2014.

**“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.  
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”**

**Mahatma Gandhi**



## RESUMO

Neves-Júnior, Nilton. **Avaliação microbiológica e química das águas do Rio Tietê, em três municípios na sub bacia do alto Tietê/Cabeceiras, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis.** f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

Na região do Alto Tietê/Cabeceiras encontram-se as cidades de Salesópolis, Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes, em cujas zonas rurais desenvolve-se agricultura intensiva, com o cultivo de hortaliças. Dessa forma há o uso de agrotóxicos, fertilizantes e irrigação para o desenvolvimento das culturas. A principal drenagem dessa região está no Rio Tietê, cujas águas são captadas para abastecimento de parte da população de Mogi das Cruzes e da cidade de Biritiba Mirim. Por sua posição geográfica é de se esperar que parte do escoamento superficial, contendo agrotóxicos, seja carregado para este corpo d'água. Com o objetivo de conhecer a qualidade das águas do Rio Tietê, foi realizado o monitoramento dos rios Tietê, Biritiba e Córrego Cocuera, para avaliar quantitativamente a presença dos compostos nitrogenados, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e os agrotóxicos atrazina, imidacloprido, tiametoxam, metalaxil, fipronil e difenoconazol. A atrazina foi escolhida porque é um herbicida que tem limites máximos estabelecidos pela legislação e os demais agrotóxicos foram escolhidos por serem utilizados na sub bacia do Alto Tietê Cabeceiras. A *Escherichia coli* foi avaliada para verificar a contaminação microbiológica. Como resultados das análises, não foi detectada contaminação por agrotóxicos, os componentes inorgânicos estudados (nitrato, nitrito e amônia) encontram-se dentro dos parâmetros da Resolução CONAMA 357/05 para as Classes 1 e 2. Os rios apresentaram contaminação, por *E. coli*, acima dos parâmetros estabelecidos pela Decisão de Diretoria nº 112/2013/ de 09 de abril de 2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo acima dos parâmetros para classe 2, no Rio Biritiba e Córrego Cocuera. Observa-se que é necessário um controle da qualidade da água nesse local, visto que é uma área de extensa produção de horticulturas que utiliza água desses corpos d'água para irrigação.

Palavras-chave: Tietê, microbiologia, agrotóxicos, agricultura, compostos nitrogenados

## ABSTRACT

Neves-Júnior, Nilton. **Microbiological and chemical assessment of the waters of the Tietê river, in three municipalities in the upper Tietê / Cabeceiras Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis region.** f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

In the Alto Tietê/Cabeceiras region are the cities of Salesópolis, Biritiba Mirim, and Mogi das Cruzes, in whose rural areas there is intensive agriculture, with the cultivation of vegetables. Thus, there is the use of pesticides, fertilizers and irrigation for developing crops. The main drainage of this region is the Tietê River, whose waters are collected to supply part of the population of Mogi das Cruzes and the city of Biritiba Mirim. Due to its geographical position, it is expected that part of the surface runoff containing pesticides will be carried into this body of water. To know the water quality of the water, Tietê, Biritiba and Cocuera rivers were monitored to evaluate nitrite, nitrate, ammoniacal nitrogen and pesticides atrazine, imidacloprid, thiamethoxam, metalaxyl, fipronil and diphenconazole, these pesticides were chosen because they are used in the Alto Tietê Cabeceiras region. *Escherichia coli* was evaluated to check for microbiological contamination. Pesticides was not detected, the inorganic components studied (nitrate, nitrite and ammonia) are within the parameters of CONAMA Resolution 357/05 for Classes 1 and 2. Rivers were contaminated by *E. coli*, above the parameters of CONAMA Resolution 357/05 for class 2, on the Biritiba River and Cocuera Stream. It is observed that it is necessary to control the water quality in this place, since it is an area of extensive production of horticulture that uses this water from for irrigation.

Key-words: Tietê, microbiology, pesticide, agriculture, nitrogen compounds

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Figura 1- Sub Bacias da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 6 – Alto Tietê/ Cabeceiras (UGRHI-6)	16
Figura 2 - APA da Várzea do Rio Tietê Fonte: Instituto Sócio Ambiental	18
Figura 3 - Pontos de coleta, marcadores em amarelo, linhas rosa e verde indicam partes da APA da Várzea do Rio Tietê. Tem-se o ponto P1 nascente e P5 o ponto mais baixo	26
Figura 4 - Nascente do Tietê. Parque Estadual da Nascente do Rio Tietê	27
Figura 5 - Ponto 2 (P2) Neste ponto ocorre o encontro do Rio Paraitinga (esquerda) com o Rio Tietê (direita)	27
Figura 6 - Região próxima ao ponto P2, notar a presença de urbanização, seta vermelha. O Rio Tietê, seta amarela maior e o Rio Paraitinga, seta amarela menor.	28
Figura 7 - Ponto 3 (P3), Rio Biritiba	28
Figura 8 - Ponto 4, (P4) Córrego Cocuera, (seta vermelha)	29
Figura 9 - Ponto 5 (P5), Captação (ECR II), Rio Tietê	29
Figura 10 - Resultados da contaminação por <i>Escherichia coli</i> nos cinco pontos amostrados, referentes aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de 2020, junho, julho e agosto de 2020 e, janeiro, fevereiro e março de 2021	36
Figura 11- Valores de pH dos pontos de coleta, referentes aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2020, junho, julho, agosto e dezembro de 2020 e, janeiro, fevereiro e março de 2021	39
Figura - 12 Valores de nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes e usos da água	20
Tabela 2 - Identificação e localização, em UTM, dos pontos de amostragem	26
Tabela 3 – Ingrediente ativo, classe agronômica, grupo químico e culturas registradas para os agrotóxicos analisados	30
Tabela 4 - Valores de Referência Resolução CONAMA 357/05	33
Tabela 5 - Resultados da contaminação por <i>E. coli</i> , com dados pluviométricos. Enquadramento segundo CONAMA 357/05: Classe 1	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
3.1 Bacia Hidrográfica Alto Tietê (UGRHI-6).....	16
3.2 Área de Proteção Ambiental.....	18
3.3 Resolução CONAMA 357/05.....	19
3.4 Qualidade das águas superficiais.....	21
3.4.1 Contaminação microbiológica.....	21
3.4.2 Contaminação Química.....	23
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
4.1 Caracterização e localização da área de estudo.....	26
4.2 Agrotóxicos Analisados.....	30
4.3 Coleta.....	31
4.4 Análise de <i>Escherichia coli</i> .....	32
4.5 Análise Química.....	32
4.6 Tratamento Estatístico.....	32
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
5.1 <i>Escherichia coli</i> .....	33
5.2 pH.....	39
5.3 Nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal.....	40
5.4 Agrotóxicos.....	42
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A leste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), encontram-se as cidades de Salesópolis, Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes. Estes municípios apresentam uma zona rural onde se pratica a agricultura intensiva nas várzeas, sobretudo no Rio Tietê. Estas cidades fazem parte do cinturão verde da RMSP. A produção destas localidades é representada basicamente pelas hortaliças, que são predominantemente comercializadas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), seguindo, depois, para as feiras livres.

Para obter êxito no cultivo, a produção destes vegetais deve ser profissional e com alta qualidade, uma vez que sua comercialização tem mercados extremamente exigentes. Dessa forma torna-se importante um rigoroso controle de doenças e pragas, bem como a utilização de tratamentos culturais, como adubação e irrigação para garantir o bom desenvolvimento das culturas. Visando o controle das pragas, os agricultores utilizam agrotóxicos, como: herbicidas, inseticidas, acaricidas, fungicidas, etc. Como os cultivos, na região, ocupam as várzeas dos rios, é possível ocorrer o carreamento destes, juntamente com fertilizantes, para dentro dos corpos d'água.

É notória a capacidade deletéria dos agroquímicos, em relação à saúde do ambiente e humana, principalmente porque alguns deles têm efeito cumulativo na cadeia alimentar. Nesta região da RMSP, também ocorre o armazenamento de água para abastecimento público, devido ao barramento do curso d'água, que, alimenta os mananciais.

O Rio Tietê corre entre cidades com significativo grau de desenvolvimento, dessa forma existem pressões sobre este corpo d'água, como a ocupação de suas margens por culturas agrícolas e habitações, sem contar ainda com o descarte de efluentes provenientes das estações de tratamento de esgoto. Assim, pode ocorrer a contaminação da água.

A qualidade das águas, avaliada pelo Índice de Qualidade das Águas (IQA), considerando um universo menor de pontos em 2020, teve uma pequena piora em relação aos quatro últimos anos, se assemelhando ao ano de 2015, somando 79% dos pontos classificados nas condições Ótima, Boa e Regular (CETESB, 2020).

À luz do exposto, torna-se imperioso o conhecimento do destino dos agroquímicos no ambiente, bem como o grau de comprometimento infringido aos cursos d'água, tentando estabelecer possíveis relações com a produção agrícola. Outro ponto

considerável é a necessidade de se verificar uma possível contaminação microbiológica desse rio, principalmente porque a produção de hortaliças é extremamente dependente da irrigação e a água utilizada para irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas, tem critérios bastante rigorosos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Verificar se está havendo carreamento de agroquímicos para o Rio Tietê, provenientes das atividades agrícolas nas cidades de Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Salesópolis (Região do Alto Tietê Cabeceiras), bem como se há contaminação microbiológica das águas nesta região.

### **2.2 Objetivos específicos**

Determinar a possível contaminação, por resíduos de agrotóxicos e fertilizantes nitrogenados, na água em parte da Sub Bacia Hidrográfica do Alto Tietê Cabeceira.

Avaliar o grau da contaminação microbiana, comparando com as categorias de classes, dos corpos d'água, para a região em estudo.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (UGRHI – 6)

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT) corresponde à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 06, coincidindo com 70% do território da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), onde se encontra a maior parte de sua população. Dessa forma, a região apresenta elevadas densidades demográficas e taxas de urbanização (FABHAT, 2019).

A UGRHI 6 (Alto Tietê), Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 6, possui seis sub bacias hidrográficas, (Figuras 1), (SÃO PAULO, 1977), segundo o Decreto Estadual nº 10.755/1977.

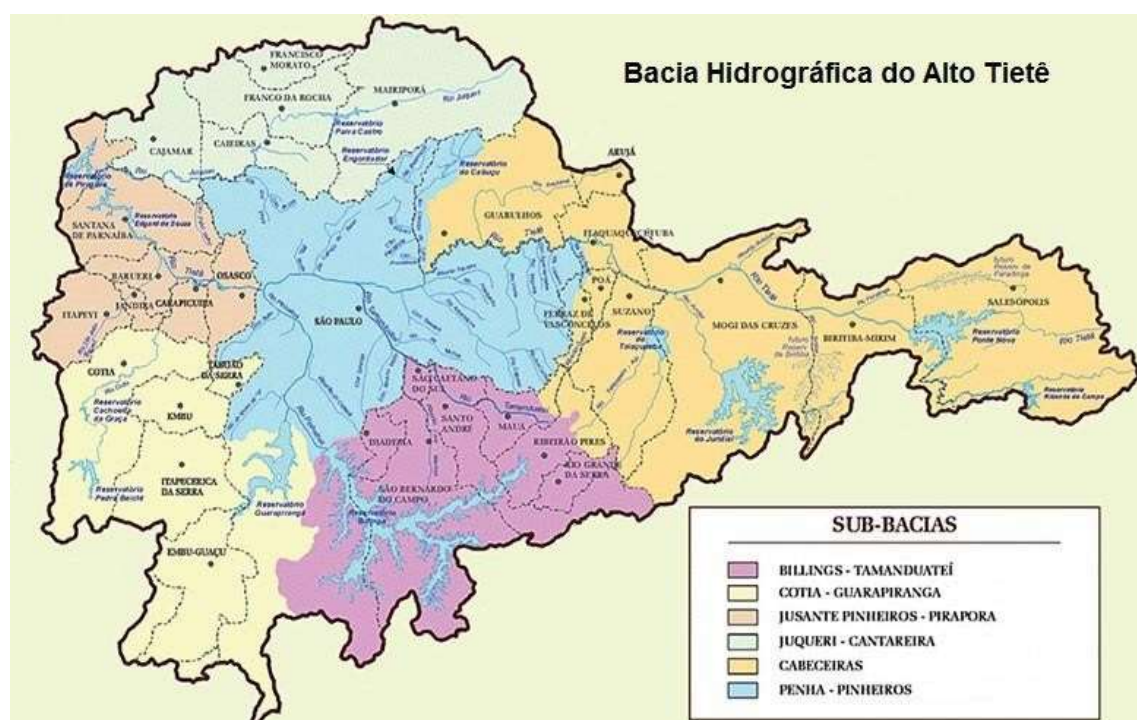


Figura 1- Sub Bacias da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 6 – Alto Tietê/ Cabeceiras (UGRHI-6).

Fonte: Google Imagens/COATI

Dentre as seis sub bacias temos a conhecida por Alto Tietê Cabeceiras (ATC), que engloba as cidades de Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano, Ferraz de Vasconcelos, Poá, Itaquaquecetuba e Guarulhos. Este estudo está relacionado com a sub bacia ATC, especificamente com as cidades de Salesópolis, Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes.

Com nascente no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, criado pelo Decreto Estadual nº 29.181/1988 e localizado no Município de Salesópolis, a área de drenagem da Bacia do Alto Tietê (BAT) possui 5.775,12 km<sup>2</sup> e estende-se até a Barragem de Rasgão, que representa o limite entre as Bacias do Alto Tietê e do Sorocaba Médio Tietê; em Pirapora de Bom Jesus. A BAT possui extensão de 148,26 km no sentido Leste-Oeste, orientação predominante das linhas de drenagem (FABHAT, 2019).

Em relação ao rio Tietê, apesar da classificação predominantemente Ruim, a qualidade da água em 2020 manteve a melhora observada a partir do ano anterior, com IQA acima da média histórica no trecho que atravessa a Região Metropolitana de São Paulo até Pirapora do Bom Jesus, onde se localiza o exutório da bacia do Alto Tietê (CETESB, 2020).

O relevo da região faz com que o Rio Tietê apresente, ao longo de seu trajeto, sucessões de trechos com características torrenciais e de planícies. Destacam-se, dentre os trechos torrenciais, os 15 quilômetros iniciais de cabeceiras, com declividades de até 40 m/km, e a partir do Município de Santana do Parnaíba, com sub trechos torrenciais com declividades de até 5 m/km mascarados pelos lagos das barragens de Edgard de Souza e Pirapora. Nos trechos intermediários predominam os cursos de planície, com baixas declividades (FABHAT, 2019).

Vários dos cursos hídricos que compõem a BAT se destacam não apenas pela magnitude de suas áreas de drenagem e pelos caudais que geram, com grandes prejuízos às atividades urbanas, mas também pela sua importância nos aspectos históricos da região e por sediar importantes projetos de engenharia nas áreas energética, de abastecimento, e hidráulica. Em relação à macrodrenagem, a BAT apresenta singularidades se comparada às demais bacias hidrográficas do Estado: cerca de 55% do território da bacia é ocupado por áreas de mananciais, e o restante encontra-se urbanizado ou em processo de urbanização. A característica de ocupação desordenada, dificulta o manejo e gestão da drenagem e torna as enchentes, inundações e alagamentos eventos constantes (FABHAT, 2019).

Com uma área de drenagem de 1.859,24 Km<sup>2</sup>, a sub bacia Alto Tietê/Cabeceiras, conta com seis reservatórios para abastecimento de água para a população, sendo eles: Ribeirão do Campo, Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba, figuras 2 e 4 (FABHAT, 2019).

Este trabalho teve como objeto de estudo corpos d'água localizados nas cidades de Salesópolis, Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes, que estão localizadas na sub bacia do Alto Tietê/Cabeceiras.

### 3.2. Área de Proteção Ambiental (APA) da Várzea do Rio Tietê

Criada pela Lei Estadual nº 5.598 de 06 de fevereiro de 1987 e regulamentada pelo Decreto nº 42.837 de 03 de fevereiro de 1998, a APA da Várzea do Rio Tietê é classificada como uma Unidade de Conservação de uso sustentável, abrangendo áreas urbanas e rurais de doze municípios do Estado de São Paulo. Sua maior porção localiza-se a leste da Região Metropolitana de São Paulo, estendendo-se por uma área de 7.400 ha (Figura 2) (ISA, 2020).

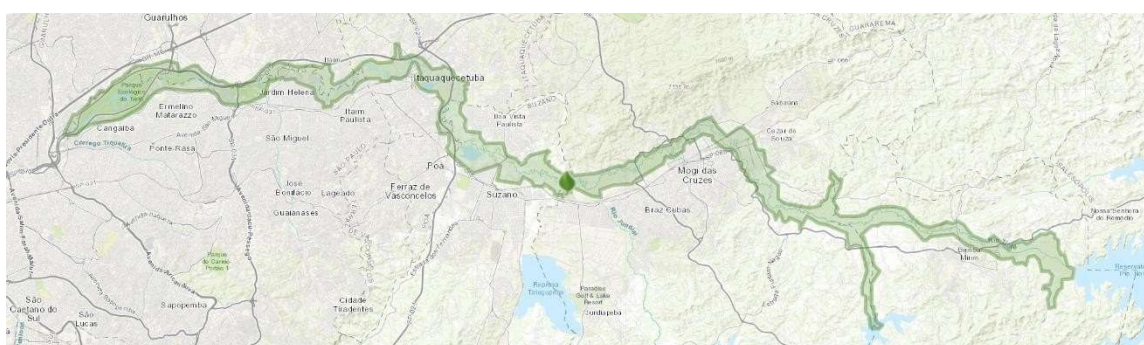


Figura 2- APA da Várzea do Rio Tietê Fonte: Instituto Sócio Ambiental

A APA tem por finalidade a proteção e recuperação do Rio Tietê e seu entorno, o controle de ocupação das várzeas, de forma a diminuir o fenômeno das enchentes, a minimização dos efeitos dos processos erosivos e do assoreamento causados pela urbanização e a preservação dos remanescentes da biota local (SÃO PAULO, 1998).

A utilização e o manejo do solo agrícola para atividades agrosilvopastoris devem ser compatíveis com a capacidade de uso do solo, adotando-se técnicas apropriadas para evitar a ocorrência de processos erosivos e a contaminação dos aquíferos pelo uso impróprio de agrotóxicos (SÃO PAULO, 1998).

A APA da Várzea possui um zoneamento em três zonas distintas: Zona de Uso Controlado (ZUC), é a mais tolerante das três, onde se pode realizar obras e consequente ocupação. Zona do Cinturão Meândrico (ZCM), apresenta maior restrição a ocupação, sendo permitido obras de utilidade pública, interesse social e atividade agrosilvopastoris. Finalmente

a Zona da Vida Silvestre, que corresponde às áreas de preservação permanente (APP) e as florestas em estágio médio e avançado (SÃO PAULO, 1998).

### **3.3. Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005.**

A escassez e o mau uso da água doce representam uma séria ameaça ao desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente (DUBLIN, 1992). A saúde e o bem estar humano, a segurança alimentar, o desenvolvimento industrial e os ecossistemas dos quais dependem, estão todos em risco, a não ser que a água e os recursos naturais sejam gerenciados de forma mais eficaz (DUBLIN, 1992).

A água além de ser de suma importância para todos os seres vivos, também é importante para o comércio e indústria, já que a água é utilizada em várias etapas dos processos produtivos. Contudo, muitos pesquisadores estimam que em 2025, grande parte da população mundial sofrerá com a falta d'água (TAVARES e ARAÚJO, 2020).

Dada a importância dos recursos hídricos torna-se necessário o estabelecimento de políticas públicas que visem a proteção e o uso sustentável desses recursos. Dessa forma a criação de Leis, Decretos e Resoluções vem de encontro a esta ambição.

O enquadramento dos corpos hídricos em classes é um instrumento de gestão de recursos hídricos elencados na Lei Federal nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1977). Este instrumento específico tem o propósito de garantir às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. O enquadramento (Tabela 1) expressa o nível de classe da água a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo (POMPÊO et al., 2015).

Para que a aplicação do enquadramento seja verdadeira é preciso que se avaliem os usos, que são feitos e que se pretende fazer, das águas na bacia hidrográfica na qual o corpo d'água pertence, e então realizar políticas públicas e investimentos financeiros para se alcançar as metas (POMPÊO et al., 2015).

Tabela 1- Classes e usos da água

Classe	Uso
Classe Especial	Abastecimento para consumo humano com desinfecção. Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado. Proteção das comunidades aquáticas. Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho). Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de película. Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional. Proteção das comunidades aquáticas. Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), conforme Resolução CONAMA nº 274/00. Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto. Aquicultura e atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional ou avançado. Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. Pesca amadora. Recreação de contato secundário. Dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; harmonia paisagística.

Fonte: Resolução 357 CONAMA, 2005 (BRASIL, 2005)

A Política Nacional dos Recursos Hídricos surgiu com o objetivo de assegurar água em quantidade e qualidade adequada para todos. Para isso foram criados alguns instrumentos: o enquadramento dos corpos d'água, a outorga, a cobrança pelo uso da água e o sistema de informação sobre os recursos hídricos (UMBUZEIRO e LORENZETTI, 2009).

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA de nº 357 de 2005 é a norma brasileira para gestão da qualidade das águas superficiais. O enquadramento dos corpos d'água se dá em classes de qualidade (BRASIL, 2005). Esta norma dispõe sobre a

classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento (UMBUZEIRO e LORENZETTI, 2009).

O enquadramento dos cursos de água não deve ser visto como uma simples classificação, este é um recurso de gestão que visa assegurar que a qualidade das águas seja compatível com as demandas. A partir da identificação dos usos mais nobres e consequentemente mais restritivos em termos de qualidade, o enquadramento estabelece, no caso das águas superficiais, a classe de qualidade da água (Tabela 1) a ser mantida ou alcançada em um trecho de um corpo de água, (CETESB, 2020).

### **3.4. Qualidade das Águas Superficiais**

A água é uma substância química necessária à manutenção da vida; seu consumo pode ser feito in natura ou através dos alimentos. A água de consumo deve ser livre de contaminantes e microrganismos, que pode levar ao desenvolvimento de doenças e até a morte.

O Brasil é o país com maior disponibilidade de água doce do mundo, possuindo cerca de 15% do total d'água do planeta (GARCIA et al., 2007). Apesar dessa vantagem hídrica, a multiutilização, gestão ineficiente na captação e distribuição, falta de gestão sobre o uso da água, saneamento deficiente e o aumento da demanda, tornam essa substância escassa em diversos locais do país (PÓVOAS et al., 2020).

As águas para consumo humano são captadas de rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos e apresentam características de qualidade diversas, dependendo dos locais de origem, por onde circulam, percolam ou são armazenadas (REBOUÇAS et al., 2006). A qualidade da água está relacionada a diversos fatores, naturais e antrópicos na bacia hidrográfica (SPERLING, 2005), isso porque a água associa-se a diversas impurezas, devido ao fato de ser um solvente e possuir a capacidade de transportar partículas. A água pode se tornar um veículo capaz de transmitir uma série de patógenos e substâncias nocivas, influenciando diretamente na saúde da população (NOGUEIRA, et al. 2018).

#### **3.4.1 Contaminação microbiológica**

Os corpos d'água podem estar contaminados, em grandes quantidades, por esgotos humanos e industriais lançados diretamente nesses ambientes, tornando-os impróprios para fins de abastecimento e este é o principal fator de poluição dos

recursos hídricos no Brasil (BARBOSA , PAIVA E ADAMED, 2016; GAFFNEY et al., 2014). A maioria das doenças relacionadas à água através da veiculação hídrica são transmitidas por via oro-fecal, ou seja, por meio de patógenos eliminados nas fezes, que atingem, o ambiente aquático, de forma que, o monitoramento da qualidade microbiológica da água se faz necessária (MEDEIROS, et al., 2020).

Cada um dos usos da água requer características qualitativas diferentes, isto é, as exigências quanto ao grau de pureza mudam com o uso que será feito. Os padrões bacteriológicos de qualidade da água são baseados especificamente na proteção do consumidor, evitando então as doenças de veiculação hídrica (NOGUEIRA et al., 2003).

Os microrganismos do grupo coliforme são representados principalmente pela *Escherichia coli* que é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes humanas, demais mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2020). A *E. coli*, geralmente é inóqua, mas certas linhagens são patogênicas devido a produção de toxinas, podendo causar doenças gastrointestinais, como gastroenterite (TORTORA, et al., 2017 *apud* PORCY, 2020).

Segundo Brandt, Antunes e Silvia (2015) a doença diarreica aguda (DDA) pode ser proveniente de corpos d'água contaminados, bem como de sistema de saneamento básico precários, causando vários problemas à saúde pública, especialmente nas regiões onde a pobreza predomina. Os autores dizem que a doença pode causar a morte do indivíduo, envolvendo um grande número de variáveis (biológicas, ambientais, socioculturais) de alta complexidade, devido a ineficiência das políticas públicas voltadas a saúde.

Vieira et al. (2010) afirmam que no Brasil morrem cerca de 29 pessoas por dia em função de doenças relacionadas à qualidade da água e do não tratamento de esgotos; todos os anos, em países de baixa renda, milhões de crianças morrem como resultado de doenças de origem hídrica e escassez de condições sanitárias.

### 3.4.2 Contaminação química

Os avanços técnicos e científicos, culminaram, no final da década de 1960 e início da de 1970, na chamada Revolução Verde, cujos princípios são a irrigação, mecanização, uso em larga escala de fertilizantes e agrotóxicos e o cultivo de variedades melhoradas geneticamente (BARRETO, 2007). Assim, o consumo agrícola de água aumentou significativamente.

No Brasil, a Revolução Verde levou a criação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). O PNDA, visava estimular a produção e o consumo nacional de agrotóxicos, pois condicionava a concessão de crédito rural à utilização obrigatória de uma parte deste recurso com a compra de agrotóxicos (SOARES, FREITAS, COUTINHO, 2005).

O Brasil é o quinto maior país em área territorial, sendo cerca da metade do continente Sul Americano. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) o considera essencialmente agrícola, apresentando área cultivada de aproximadamente 75 milhões de hectares (IBGE, 2011). Por mostrar-se como grande potência agrícola, desde 2009, o Brasil lidera o consumo mundial de agrotóxicos e, atualmente, o país responde pelo consumo de um quinto de todo o agrotóxico produzido no mundo (BOMBARDI, 2012).

Os agrotóxicos são usados em grande escala em todo o mundo no setor agrícola e florestal e representam uma importante ferramenta de controle de pragas e doenças. Eles têm sido fundamentais na manutenção de altos níveis de produção de alimentos.

Chaim (2004) observou que apenas 12% do ingrediente ativo atingiu a planta, em estudo na cultura de feijão, ao passo que 73% atingiu o solo e 15% evaporou, havendo uma perda de 88% do agrotóxico aplicado. Condições de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento associadas com a densidade foliar da cultura são provavelmente os fatores que mais contribuem nas perdas.

O uso de agrotóxicos na agricultura é a segunda maior, a primeira são os esgotos, causa de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Estas contaminações ocorrem principalmente pela ação das águas da chuva e de irrigação que provocam lixiviação, drenagem e escoamento dos agrotóxicos presentes nas culturas e no solo, que irão atingir águas superficiais, (SANTOS NETO e SIQUEIRA, 2005).



A contaminação das águas superficiais por agrotóxicos pode ocorrer diretamente, por meio do escoamento superficial e indiretamente, através da pulverização, volatilização dos agrotóxicos aplicados nos cultivos e pela formação de poeira do solo contaminado que pode ser levada por correntes aéreas e se depositar no solo e na água (ARIAS et al., 2007).

Alguns agrotóxicos persistentes no meio terrestre ou no ambiente aquático são os riscos que eles oferecem às espécies de animais ali presentes, em razão da sua toxicidade e capacidade de bioacumular-se no decorrer da cadeia alimentar, e acabam por contaminar espécies não-alvo, isto é, espécies que não interferem no processo de produção (MELLO et al., 2019).

O principal modo de contaminação ambiental por agrotóxicos ocorre através dos depósitos resultantes de suas aplicações. Desde que inseridos no ambiente, são absorvidos por vários constituintes, transportados para outros locais pela água e pelo ar. O movimento das águas representa a principal forma de transporte dos defensivos agrícolas de um local para outro, os rios e as correntes marítimas são capazes de levar a contaminação para locais muito distantes (CETESB, 2020).

O escoamento superficial permite a contaminação das águas superficiais, por ação do transporte das partículas dos agrotóxicos associadas ao solo ou em solução. A lixiviação viabiliza a contaminação das águas subterrâneas devido à locomoção dos pesticidas junto com a água que abastece os rios (FRAGA et al., 2016).

Os ecossistemas aquáticos de rios possuem grande heterogeneidade física, que incluem de pequenos a grandes rios, variação no regime de vazão e geomorfologia do canal, entre outras características do habitat. Em virtude da intercomunicabilidade dos sistemas hídricos qualquer contaminante em sistema hídrico poderia resultar em contaminação distante das áreas de origem (VEIGA et al., 2006).

Após atingirem o ecossistema aquático, os agrotóxicos interagem continuamente com o sedimento e a coluna de água, permitindo que os organismos sejam expostos aos compostos tóxicos. No ambiente aquático, estes compostos podem promover a eliminação de organismos benéficos, a redução da biodiversidade, a seleção biológica de organismos indesejáveis, e alterações na dinâmica bioquímica do meio aquático, induzindo a um

desequilíbrio biológico (CHAGNON et al., 2015; HUA e RELYEA, 2014; KÖHLER e TRIEBSKORN, 2013).

Os efeitos maléficos dos agrotóxicos nos seres aquáticos se espalham pelos demais componentes dos ecossistemas. Esses efeitos podem causar modificações nas características e dinâmica das populações (reprodução, migração, restabelecimento e mortalidade), na forma e função das comunidades (alteração na diversidade de espécies, modificações na relação predador-presa) e na função do ecossistema (alterações nos processos de respiração e fotossíntese e no fluxo de nutrientes) (COSTA et al., 2008; SILVA et al., 2013).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização e localização da área de estudo.

As coletas foram feitas em cinco pontos no Rio Tietê e proximidades (Figura 3), com as localizações em coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), (Tabela 2).



Figura 3. Pontos de coleta, marcadores em amarelo, linhas rosa e verde indicam partes da APA da Várzea do Rio Tietê. Tem-se o ponto P1 nascente e P5 o ponto mais baixo.

Fonte: Google Earth

Tabela 2- Identificação e localização, em UTM, dos pontos de amostragem.

Pontos de Amostragem	Localização Geográfica	
	Latitude	Longitude
P1- Nascente (Salesópolis)	7.392.886	424.935
P2- Jd.Yoneda (Biritiba Mirim)	7.394.552	393.783
P3- Rio Biritiba (Biritiba Mirim)	7.393.329	388.523
P4- Cor. Cocuera (Mogi das Cruzes)	7.394.653	382.739
P5- Captação (Mogi das Cruzes)	7.395.601	384.186

O ponto 1 (P1), (Figura 4), corresponde à nascente do Rio Tietê, localizada na cidade de Salesópolis, é o único ponto de amostragem fora da APA da Várzea do Rio Tietê.

Trata-se de área protegida, Parque Estadual da Nascente do Rio Tietê e com isso não está sujeita a interferência antrópica, assim o estudo deste ponto permite o estabelecimento de um ponto controle.



Figura 4- Nascente do Tietê. Parque Estadual da Nascente do Rio Tietê. Marcador amarelo indica a nascente.

Fonte: Google Earth

Foto: Fernando Fernandes

O ponto 2, P2 fica no Rio Tietê no ponto de confluência com o Rio Paraitinga, (Figura 5) localizado no Jardim Yoneda, Município de Biritiba Mirim, tanto o Rio Tietê quanto o Rio Paraitinga já percorreram várias propriedades agrícolas. A coleta foi realizada no Rio Tietê, que neste ponto encontra-se próximo de área urbanizada (Figura 6).



Figura 5- Ponto 2 (P2). Neste ponto ocorre o encontro do Rio Paraitinga (esquerda) com o Rio Tietê (direita). Foto: Fernando Fernandes.





Figura 6- Região próxima ao ponto P2, notar a presença de urbanização, seta vermelha. O Rio Tietê, seta amarela maior e o Rio Paraitinga, seta amarela menor. Fonte: Google Earth.

O ponto 3 (P3) corresponde ao Rio Biritiba (Figura 7), localizado no Município de Biritiba Mirim, este curso d'água apresenta grande quantidade de mata ciliar e é afluente do Rio Tietê. Também há muitas propriedades agrícolas pelo percurso deste rio Biritiba.



Figura 7 - Ponto 3 (P3), Rio Biritiba. Foto: Fernando Fernandes.

Outro ponto fora do Rio Tietê, corresponde ao Ponto 4, P4, aqui tem-se um pequeno córrego chamado Cocuera, dentro do Município de Mogi das Cruzes (Figura 8).



Figura 8- Ponto 4, (P4) Córrego Cocuera, (seta vermelha). Foto: Fernando Fernandes.

O último ponto de amostragem, Ponto 5, P5 corresponde ao Rio Tietê, na cidade de Mogi das Cruzes (Figura 9). P5 está situado ao lado da Estação de Captação e Recalque (ECR II), fornecendo água para a Estação de Tratamento de Água (ETA Centro) do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Mogi das Cruzes (SEMAE), que abastece parte da cidade de Mogi das Cruzes.



Figura 9 - Ponto 5 (P5), Captação (ECR II), Rio Tietê. Foto: Fernando Fernandes.

A escolha destes cinco pontos está relacionada a questões de logística, segurança e com a proximidade das áreas agrícolas. Em algumas localidades os cultivos de hortaliças chegam bem próximos aos corpos d'água, porém a mata ciliar é bem desenvolvida e constitui uma barreira entre as áreas de cultivo e os rios.

## 4.2 Agrotóxicos Analisados

Os agrotóxicos difenoconazol, fipronil, imidacloprido, metalaxim M e tiametoxam foram selecionados por serem utilizados na região (Tabela 3). A atrazina foi analisada por ter limite máximo permitido na legislação (BRASIL, 2005) e por ser um princípio ativo comum em corpos de água superficiais (Tabela 3).

Tabela 3- Ingrediente ativo, classe agronômica, grupo químico e culturas registradas para os agrotóxicos analisados

<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Classe Agronômica Grupo Químico</b>	<b>Culturas registradas</b>
Atrazina	Triazina Herbicida	Abacaxi, cana-de-açúcar, milho, milheto, pinus, seringueira, sisal, soja, sorgo
Difenoconazole	Triazol Fungicida	Abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, acelga, acerola, agrião, álamo, alface, algodão, alho, almeirão, ameixa, amendoim, amora, anonáceas, antúrio, arroz, asstroeméria, aveia, azaléia, azeitona, banana, batata, begônia, berinjela, beterraba, boca de leão, cacau, café, caju, cana-de-açúcar, caqui, carombola, cebola, cenoura, cevada, chicória, citros, couve, couve flor, cravo, cravínea, crisânteno, cupuaçu, ervilha, espinafre, estêvia, eucalipto, feijão, feijão caupi, figo, framboesa, gerânio, gérbera, girassol, goiaba, grão -de -bico, guaraná, kalanchoe, kiwi, lentilha, lisianthus, maçã, mamão, manga, mangaba, maracujá, melancia, melão, milheto, milho, morango, mostarda, nectarina, pepino, pêssego, pimentão, pitanga, romã, rosa, rúcula, seriguela, soja, sorgo, tomate, trigo, uva, violeta
Fipronil	Pirazol Inseticida, formicida cupinicida	Acácia, acácia negra, algodão, amendoim, araucária, arroz, batata, cana-de-açúcar, cevada, duboisia, eucalipto, feijão, girassol, milho, paricá, pastagens, pinus, populus seringueira, sorgo, soja, teca, trigo
Imidacloprido	Neonicotinóide Inseticida	Abacaxi, abóbora, abobrinha, alface, algodão, alho, almeirão, amendoim, arroz, aveia, banana, batata, berinjela, brócolis, café, cana-de-açúcar, cebola, cenoura, centeio, cevada, chicória, citros, couve, couve-flor, crisântemo, eucalipto, feijão, fumo, gérbera, girassol, goiaba, jiló, mamão, mamona, manga, maracujá, melancia, melão, milheto, milho, palma

		forrageira, pastagens, pepino, pêssego, pimentão, pinus, poinsétia, repolho, soja, sorgo, tomate, trigo, triticales, uva
Metalaxil-M	Acilalaninato Fungicida	Abóbora, abobrinha, alface, algodão, amendoim, arroz, batata, brócolis, calandiva, cana-de-açúcar, canola, cebola, cevada, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, chuchu, duboisia, feijão, fumo, gérbera, girassol, kalanchoe, maxixe, melancia, melão, milho, orquídeas, pastagens, pepino, repolho, rosa, soja, sorgo, trigo, tomate, uva, violeta
Tiametoxam	Neonicotinóide Inseticida	Abacaxi, abobrinha, alface, algodão, agrião, alho, alho-porró, amendoim, arroz, aveia, batata, berinjela, café, cana-de-açúcar, cebola, cebolinha, cevada, citros, coentro, crisântemo, ervilha, eucalipto, feijão, feijão-vagem, figo, fumo, girassol, maçã, mamão, mandioca, manga, melancia, melão, milho, morango, palma forrageira, pastagem, pepino, pêssego, pimentão, repolho, rosa, soja, sorgo, tomate, trigo, uva

(Adaptado de ANVISA, 2021)

### 4.3 Coleta

As coletas foram feitas uma vez por mês, durante os meses chuvosos: janeiro, fevereiro e março de 2020 e nos meses secos: junho, julho e agosto de 2020 e também nos meses chuvosos, janeiro, fevereiro e março de 2021.

Foi feita uma amostragem por ponto de coleta. Os pontos foram escolhidos de forma a cobrir o rio Tietê da Nascente até a região de Mogi das Cruzes, e regiões próximas a agricultura. A escolha dos locais de coleta foi feita visualmente sem tratamento estatístico. Uma única amostra foi coletada de cada ponto.

As coletas foram realizadas no período da manhã. Para análise microbiológica, utilizou-se um frasco plástico estéril preso com um arame e junto, a ele, prendeu-se um contrapeso de forma a permitir o afundamento do frasco no corpo d'água. Este conjunto era unido a um fio de barbante que permitia o resgate do frasco cheio da amostra de água. Para não contaminar as amostras, utilizou-se luvas cirúrgicas. As amostras para análise microbiológica foram armazenadas em caixa de isopor com gelo separadas das demais amostras para evitar contaminação.

Para as análises químicas utilizou-se uma Garrafa de Van Dorn. Após a coleta de água do rio procedeu-se ao enchimento de frascos de vidro âmbar com capacidade para um litro, também foram cheios frascos plásticos para análise de compostos nitrogenados e pH. As amostras foram armazenadas em caixas de isopor com gelo.



Em seguida o material coletado foi transportado, por via terrestre, para as dependências do laboratório no Instituto Biológico do Estado de São Paulo para análise. As amostras para análise microbiológicas foram mantidas em geladeira e feitas em até 24 horas após a coleta. As amostras para análise de agrotóxicos foram transportadas ao laboratório e imediatamente analisadas. Quando as amostras não puderam ser analisadas foram congeladas em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise. As demais amostras foram mantidas em geladeira e analisadas até 72 horas após a coleta.

#### **4.4 Análise de *Escherichia coli***

Utilizou-se a técnica do substrato cromogênico enzimático Colilert. Esse método se baseia na identificação dos microrganismos pela análise de suas enzimas. O teste Colilert detecta e quantifica, simultaneamente, coliformes totais e *Escherichia coli*, com resultados em 24 horas (ANEXO A). O teste é aprovado pela Environmental Protection Agency - EPA (Agência de Proteção Ambiental) dos Estados Unidos e incluído no método padrão para exame de água e águas residuais.

#### **4.5 Análise Química**

Foram avaliados valores de pH, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato na água coletada. Os valores de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato foram analisados por meio de fotômetro marca YSI, enquanto o pH foi medido com peagâmetro marca Akso (ANEXO A).

O método 3510 C da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos foi utilizado (EPA, 2016) (ANEXO B) para análise de agrotóxicos. A quantificação foi feita em cromatógrafo líquido com detector UV-Visível, em coluna C18. Os agrotóxicos atrazina, imidacloprido, tiametoxam, metalaxil, fipronil e difenoconazol foram analisados. A atrazina foi escolhida porque é um herbicida que tem limites máximos estabelecidos pela legislação e os demais agrotóxicos foram escolhidos por serem utilizados na região do Alto Tietê Cabeceiras, segundo informações da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI, 2008) de Mogi das Cruzes.

#### **4.6 Tratamento Estatístico**

Foi utilizado o software Action Stat para as análises estatísticas. O teste de Kruskal Wallis foi utilizado para agrupamento dos pontos de coleta. Tendo como nível de significância  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados foram comparados com valores de referência existentes na Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) (Tabela 4).

De acordo com a Resolução Conama 357/05, a *Escherichia coli*, poderá ser utilizada em substituição aos Coliformes termotolerantes (BRASIL, 2005). De acordo com a Decisão de Diretoria nº 112/2013/ de 09 de abril de 2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, a *Escherichia coli* substitui os coliformes termotolerantes nos valores de 120 e 600 NMP/100mL para classe 1 e 2 respectivamente (percentil 80 de ao menos 6 amostras anuais) (CETESB, 2013).

Tabela 4 – Valores de Referência Resolução CONAMA 357/2005

Parâmetros	Valores Referência	Enquadramento
pH	6,0 a 9,0	classes 1 e 2
Nitrato	10,0 mg/L	classes 1 e 2
Nitrito	1,0 mg/L	classes 1 e 2
Nitrogênio Amoniacal	3,7 mg.L <sup>-1</sup> N, para pH ≤ 7,5	classes 1 e 2
	2,0 mg.L <sup>-1</sup> N, para 7,5 < pH ≤ 8,0	
	1,0 mg.L <sup>-1</sup> N, para 8,0 < pH ≤ 8,5	
	0,5 mg.L <sup>-1</sup> N, para pH > 8,5	

### 5.1 *Escherichia coli*

A *E. coli* foi analisada nos cinco pontos dentro da região conhecida por Alto Tietê/Cabeceiras, sendo três pontos no Rio Tietê (P1, P2 e P5), um ponto no Rio Biritiba (P3) e um ponto no Córrego Cocuera (P4). Exceto por P1, os pontos estão dentro da Área de Proteção da Várzea do Rio Tietê. A nascente do rio, P1 é classificada como Classe 1, os demais pontos são todos Classe 2.

A nascente apresentou a menor concentração de *E. coli* (<10 NMP, em média), quando comparada com as outros pontos amostrados. Os resultados mostraram que somente em 2 coletas foi possível quantificar a *E.coli* (Figura 10, Tabela 5), o que era esperado por se tratar de uma nascente que encontra-se bem protegida pela mata, dentro do Parque Estadual da Nascente do Rio Tietê. Neste aspecto o seu enquadramento em Classe 1 tem total correspondência.

Tabela 5 – Resultados da contaminação por *E. coli*, com dados pluviométricos.

Coleta	*Pluviosidade mm	<i>E.coli</i> (NMP)				
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Janeiro 2020	125,6	< 10	540	5400	350	540
Fevereiro 2020	287,0	< 10	110	920	9200	70
Março 2020	76,0	< 10	170	240	350	49
Junho 2020	45,2	< 10	22	350	22	79
Julho 2020	13,8	< 10	70	240	130	79
Agosto 2020	3,8	11	79	350	920	350
Dezembro 2020	270,6	79	1600	7000	17000	240
Janeiro 2021	295	< 10	130	920	170	79
Fevereiro 2021	191,2	< 10	79	1700	350	540
Março 2021	150,4	< 10	23	540	4300	130

\*Dados pluviométricos fornecidos pelo SAISP - Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo – SP. P1 – Nascente do Rio Tietê (Salesópolis). P2 – Rio Tietê, Jardim Yoneda (Biritiba Mirim). P3 – Rio Biritiba (Biritiba Mirim). P4 – Córrego Cocuera (Mogi das Cruzes). P5 – Estação de Captação e Recalque II (Mogi das Cruzes).

O ponto de coleta localizado no Rio Tietê, P2 teve mediana abaixo do valor estabelecido para um rio Classe 2 e muito próximo do valor permitido para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, além disso apenas uma coleta apresentou valor superior ao estabelecido pela CETESB (2013) e como normalmente deve-se coletar no mínimo 6 amostras por ano com com percentil de 80, não podemos afirmar que em monitoramento normal este valor seria considerado. Já o ponto P5 também localizado no Rio Tietê não apresentou valores discrepantes.

Nos pontos 2 e 5, correspondentes respectivamente ao Rio Tietê Jardim Yoneda e Captação, encontrou-se contaminação por *E. coli* embora o Tietê em P5 fique a jusante da foz do Rio Biritiba e Córrego Cocuera, nota-se que as altas taxas de contaminação destes dois cursos d'água não interferem na qualidade da água no Rio Tietê (P5), indicando que o rio apresenta nesse trecho alta capacidade de diluição dos contaminantes.

Referindo-se ao enquadramento do ponto 5, esse é considerado como Classe 2 que, devido ao nível de contaminação, não tem seu status alterado. Como neste ponto encontramos a Estação de Captação e Recalque (ECR II) do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Mogi das Cruzes (SEMAE), percebe-se que a água captada para posterior tratamento encontra-se, dentro do parâmetro microbiológico, em boas condições de uso.

A análise de *E. coli* mostrou uma alta contaminação nos dois afluentes do Rio Tietê, P3, Rio Biritiba e P4, Córrego Cocuera (Tabela 5). Neste caso a coleta de amostras foi realizada próximo a foz junto ao Rio Tietê, dentro da APA da Várzea do Rio Tietê, entretanto estes dois corpos d'água correm, na sua maior parte, fora da APA e provavelmente recebem o aporte de carga orgânica de origem doméstica.

Quanto ao enquadramento do Ponto 3 e 4, os resultados obtidos, para os dois corpos d'água, mostram que se encontram fora do enquadramento Classe 2. Por se tratar de uma região produtora de hortaliças (alimento que se come cru) não é recomendável o uso das águas do Córrego Cocuera e Rio Biritiba, para fins de irrigação. A contaminação microbiana nestes pontos, também relaciona-se com o fato destes serem corpos d'água pouco profundos, estreitos e com baixa vazão. Estas características conferem, ao corpo de água, um pequeno volume de água, fazendo com que haja uma baixa diluição da carga microbiológica.

A região do Ponto 3 constitui-se em área agrícola com baixa densidade demográfica, entretanto a contaminação por *E. coli*, está acima do que se tem como valores de referência, para classe 2, na Decisão de Diretoria Nº 112/2013/E (CETESB, 2013). Assim cabe interpretar que deve estar havendo contaminação a partir da infiltração de efluentes das fossas das propriedades rurais, como estabelece Rosário (2014), ou até mesmo lançamento in natura a partir das residências rurais.

Nos pontos P1, P2, P3 e P4, em dezembro de 2020, a concentração de *E. coli* (79, 1600, 7000 e 17600 NMP/100 mL, respectivamente) são valores discrepantes em relação aos demais meses do ano (Tabela 5). Por ser um mês com alta pluviosidade, dezembro, deveria apresentar uma maior diluição da carga orgânica e, consequentemente, uma menor concentração de *E. coli*. Desta forma não foi possível correlacionar estes altos valores com a pluviosidade próxima a data de coleta (Tabela 5). Em P5 não houve uma concentração de *E. coli* acima do normal na mesma coleta.

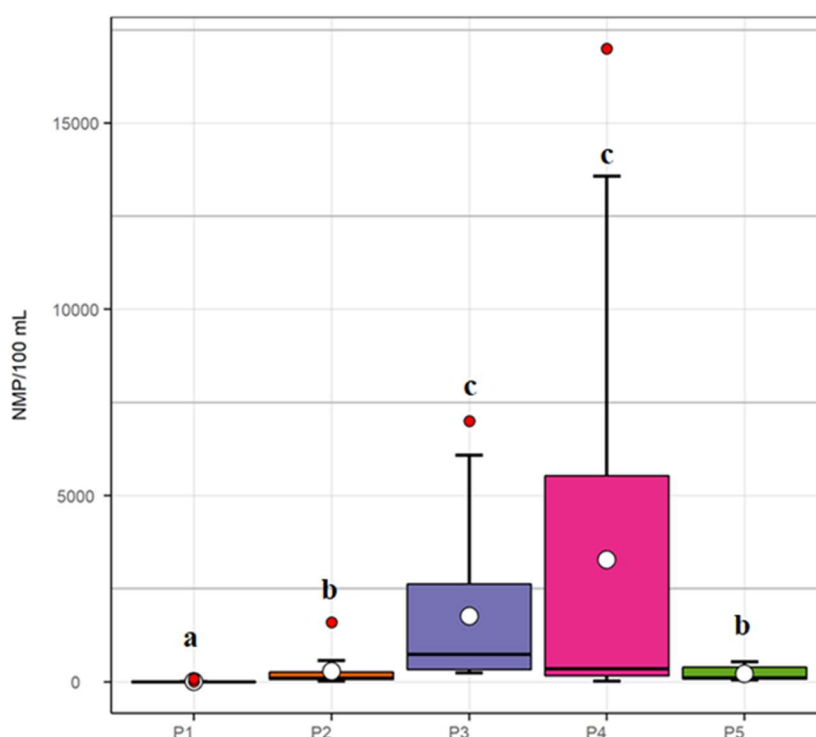


Figura 10- Resultados da contaminação por *Escherichia coli*. Dezembro, janeiro, fevereiro e março de 2020, junho, julho e agosto de 2020 e, janeiro, fevereiro e março de 2021. P1 – Nascente do Rio Tietê (Salesópolis). P2 – Rio Tietê, Jardim Yoneda (Biritiba Mirim). P3 – Rio Biritiba (Biritiba Mirim). P4 – Córrego Cocuera (Mogi das Cruzes). P5 – Estação de Captação e Recalque II (Mogi das Cruzes).

A elevação na contaminação por coliformes, em dezembro de 2020, pode estar relacionada a um possível aumento no aporte de matéria orgânica nos cursos d'água, devido as chuvas na região.

O teste de Kruskal Wallis foi utilizado para agrupamento dos pontos de coleta e foram agrupados três grupos. Para gestão dos recursos hídricos o agrupamento possibilita escalonar os problemas e tratamento. A Nascente, P1 é estatisticamente diferente dos demais pontos de coleta ( $p < 0,05$ ). Os pontos P2 e P5, localizados no Rio Tietê são estatisticamente iguais entre si, sendo agrupados em um segundo grupo e são estatisticamente diferentes de P1 e de P3 e P4. Os pontos P3, Rio Biritiba e P4, Córrego Cocuera são agrupados em um terceiro grupo sendo diferentes de P1 e de P2 e P5 ( $p < 0,05$ ) (Figura 10).

No Brasil, cerca de 70% das águas retiradas da natureza são utilizadas para uso na agricultura irrigada (ANA, 2020). A necessidade de maior produtividade agrícola faz com que a irrigação seja necessária nestas áreas. Acima de 50% da população dependem de alimentos provenientes da agricultura irrigada (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2012), sendo necessário a otimização do uso dos recursos hídricos. Por esta razão torna-se imperioso a manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

Junto ao esgoto não tratado, a contaminação bacteriológica da água de irrigação pode também estar associada à utilização de fertilizantes orgânicos, geralmente estercos de animais. Entretanto, o sensível aumento do número de patógenos nos sistemas hídricos na área de produção agrícola ocorre principalmente pelo escoamento e/ou ação dos esgotos domésticos e sistemas sépticos, como fossas (FONSECA et al., 2011).

Patógenos podem contaminar as hortaliças, por meio de água contendo material fecal de origem humana, utilizada na irrigação de hortas ou ainda contaminação do solo por uso de adubo orgânico com dejetos (ARBOS et al., 2010). Fatos históricos mostram que algumas epidemias globais que atingiram a população humana estão relacionadas com a água contaminada por microrganismos, causando doenças como a cólera e a enterocolite (OLIVEIRA et al., 2016).

A irrigação por aspersão, método mais usado na região do alto Tietê, em que a água é aplicada através de aspersores (UYTTENDAELE et al., 2015), possibilita uma maior contaminação das culturas, pois a parte comestível do produto é exposta

diretamente à água. Ainda, as gotas podem recontaminar a safra a partir da superfície do solo e patógenos contidos nas gotas em aerossol podem ser transportados pelo vento (TIONGCO et al., 2010).

Neste sentido Decol et. al. (2017) e Scherer et. al.(2016) observaram que o nível de contaminação da água de irrigação e o nível de contaminação das hortaliças irrigadas apresentavam forte correlação. Tyrrel et al. (2006), corrobora com este trabalho afirmando que no Reino Unido a qualidade microbiológica da água utilizada para irrigação de hortaliças que são comidas cruas, também demonstrou uma relação clara entre o uso de uma água de má qualidade com a contaminação dos alimentos irrigados, representando um sério risco de doenças.

A irrigação é fundamental para viabilidade da produção de hortaliças, a água destinada para esta finalidade precisa apresentar características adequadas para o cultivo, garantindo um produto com credibilidade do ponto de vista sanitário. Consequentemente, o monitoramento da qualidade da água dos mananciais permite obter informações sobre as alterações ocorridas no sistema, permitindo adotar medidas preventivas (SOUZA e GASTALDINI, 2014).

De acordo com Volkweis, et al. (2015), com o crescimento populacional e o desenvolvimento socioeconômico tem-se o aumento, também, do consumo de água. Países emergentes, como o Brasil, apresentam deficiência na implantação de saneamento principalmente em zonas rurais. A água contaminada por agentes externos é um dos principais meios transmissores de doenças, que podem causar infecções como diarreias em populações rurais, através do consumo de água contaminada pela presença de Enterobactérias.

A fim de se garantir água com qualidade adequada para o fim ao qual se destina, deve se manter os padrões de qualidade, dispostos na legislação. Assim, o enquadramento dos corpos hídricos visando o uso da água, no seu mais exigente grau, deve ser respeitado (SANTOS, et al, 2018) e para isso é necessário o monitoramento contínuo dos recursos hídricos (SILVA et al., 2016).

## 5.2 pH

Foram encontrados valores de pH compatíveis com os sistemas biológicos, a média dos valores obtidos encontram-se na faixa de 6,7 a 7,2, com pequenas oscilações. Apenas P1, Nascente, apresentou maior amplitude, com uma coleta com pH abaixo de 6 (Figura 11). Apesar disso os resultados entre P1 e P2, P1 e P3, P1 e P4, P1 e P5, P2 e P3, P2 e P4, P2 e P5, P3 e P4, P3 e P5, P4 e P5 não são significativamente diferentes segundo o teste de Kruskal-Wallis ( $p \geq 0,05$ ).

Em relação à nascente a maior amplitude no valor de pH, talvez possa ser explicado pela sua localização no ponto mais baixo da floresta e esta apresentar grande quantidade de serapilheira. Quando por ocasião de chuvas fortes, o lavado, do solo da floresta, contendo ácidos orgânicos, inunda a nascente alterando seu pH.

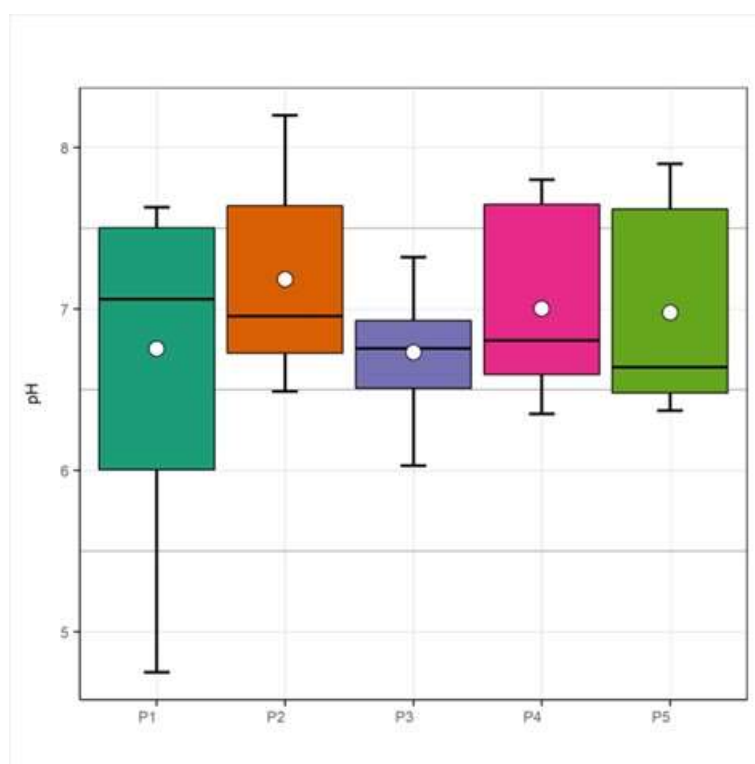


Figura – 11- Valores de pH referentes aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2020, junho, julho, agosto e dezembro de 2020 e, janeiro, fevereiro e março de 2021. P1 – Nascente do Rio Tietê (Salesópolis). P2 – Rio Tietê, Jardim Yoneda (Biritiba Mirim). P3 – Rio Biritiba (Biritiba Mirim). P4 – Córrego Cocuera (Mogi das Cruzes). P5 – Estação de Captação e Recalque II (Mogi das Cruzes).



No tocante aos valores de pH encontrados, este trabalho encontra concordância com o trabalho desenvolvido por Rosário, (2014) no Córrego do Cocuera, em Mogi das Cruzes mesmo local de coleta de P4 que variaram entre 6,4 a 6,7 nos sete pontos de coleta em 2012, em janeiro de 2013, a variação do pH observada foi de 5,5 a 6,7, e na 3ª campanha de amostragem em maio de 2013, o pH das amostras variou de 6,5 a 7,5.

O pH é uma variável comum na avaliação dos índices de qualidade da água por seu potencial como indicador de qualidade em geral, do grau de afetação desse recurso por agentes contaminantes e da extensão da contaminação produzida pela descarga de um efluente, além de ser um parâmetro fácil de ser medido. As variações nos valores de pH podem indicar perturbações no corpo d'água. Muitos sistemas biológicos subsistem apenas na faixa de pH de 6,5 a 8,5. Valores de pH maiores que 9 e menores que 6 produzem limitações para o desenvolvimento e para a fisiologia de organismos aquáticos (PERES-CATILHO e RODRIGUES, 2008 apud ROSÁRIO, 2014).

### **5.3 Nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal**

Os valor máximo de nitrato encontrado foi de 4,9 mg.L<sup>-1</sup>(Figura 12). De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), a água do Rio Tietê, na região estudada, é classificada como Classe 2 Para essa Classe a Resolução estabelece o valor máximo permitido para nitrato de 10mg.L<sup>-1</sup>, portanto o nitrato se enquadra dentro da Classe 2 em todos os pontos amostrados. Os valores de nitrito variaram de não detectado a a 0,1 mg.L<sup>-1</sup> e de nitrogênio amoniacal de não detectado a 0,4 mg.L<sup>-1</sup>, parâmetros que estão dentro da legislação (Tabela 4).

Tanto para nitrito como para o nitrogênio amoniacal em aproximadamente 80% das amostras os analitos não foram detectados. A amônia, utilizada como fertilizante na agricultura, é convertida em amônio que é convertido em nitrato, que dentre as formas de nitrogênio presentes na natureza, é a molécula associada à contaminação da água pelas atividades de fertilização (RESENDE, 2002).

Na área urbana a principal forma de poluição da água é através dos esgotos domésticos, despejado sem tratamento ou parcialmente tratados. Na área rural o principal problema é o escoamento superficial após as chuvas em culturas agrícolas onde se utilizam agroquímicos.

Os nutrientes, levam a eutrofização dos corpos d'água, favorecem a proliferação de algas, estas podem reduzir a quantidade dos peixes ao diminuírem a entrada de luz solar para fotossíntese do fitoplâncton, além de elevar a biomassa dos corpos d'água que quando se decompõe também diminuem a quantidade de oxigênio na água (MILLER e SPOOLMAN, 2015) . O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) são considerados contaminantes ambientais para corpos d'água, tanto subterrâneos como superficiais (BRASIL, 2005).

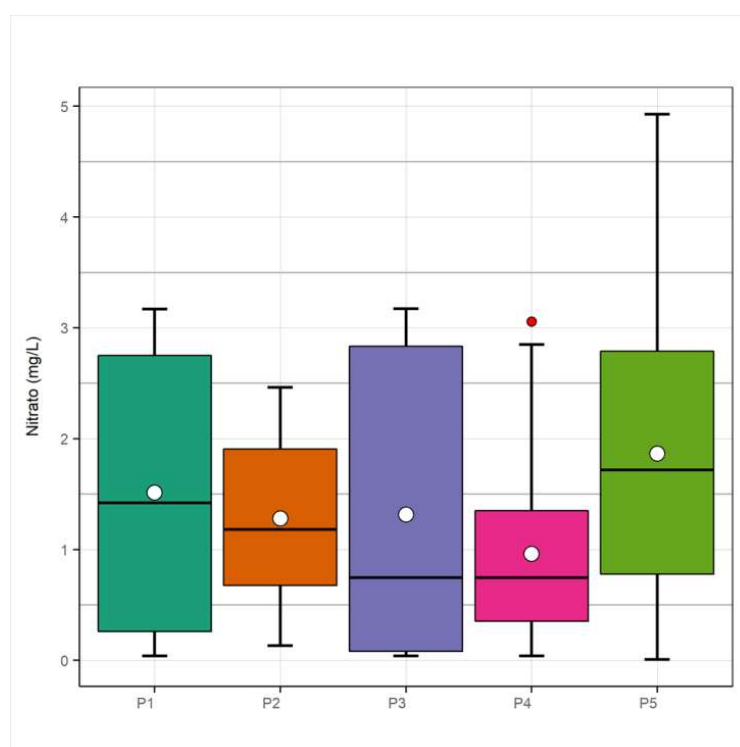


Figura 12- Valores de  $\text{NO}_3^-$  ( $\text{mg.L}^{-1}$ ). P1 – Nascente do Rio Tietê (Salesópolis). P2 – Rio Tietê, Jardim Yoneda (Biritiba Mirim). P3 – Rio Biritiba (Biritiba Mirim). P4 – Córrego Cocuera (Mogi das Cruzes). P5 – Estação de Captação e Recalque II (Mogi das Cruzes).

O monitoramento dos teores de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NO}_2^-$  em amostras de água tem despertado grande interesse, já que a presença desses íons em águas naturais tem aumentado, causando problemas ao meio ambiente e, consequentemente, à saúde humana.

O excesso de compostos nitrogenados nos ambientes aquáticos, causados pelas atividades agrícolas pode causar a eutrofização dos rios, lagos, represas e córregos (SILVA,

2018). Os compostos nitrogenados são um problema de contaminação de águas superficiais e subterrâneas no mundo todo (AYDIN, OZGEN e SULIN, 2005).

A presença de compostos nitrogenados é um problema para o meio ambiente e tem causado problemas na saúde pública (MONSER et al., 2002). O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), quando ingerido, pode afetar o transporte de oxigênio no sangue e gerar uma doença conhecida como metemoglobinemia (BURAKHAM et al., 2004) que, resulta em cor azulada nos bebês, devido à cianose, por isso a doença é conhecida como doença do bebê azul.

Como visto nas figuras 4 a 9, grande parte dos trechos amostrados apresentam mata ciliar, o que acarreta em proteção para os rios, evitando o carreamento de resíduos de fertilizantes para os rios. Segundo SILVA (2018) as matas ciliares servem como um filtro para as impurezas, evitando a eutrofização da água, fixando as partículas do solo e mitigando possíveis impactos negativos sobre o manancial, exercendo importante papel na proteção dos cursos d'água contra o assoreamento e a contaminação. Para SIMÕES (2001) *apud* SECUNDINI (2018) quando o escoamento superficial passa de uma área cultivada ou pastagem para a zona ciliar, perde a velocidade do fluxo pela rugosidade superficial, reduzindo a capacidade de sedimentos e outros resíduos, enquanto o escoamento subsuperficial transporta os nutrientes e ficam retidos por absorção pelo sistema radicular da vegetação.

#### 5.4 Agrotóxicos

Os agrotóxicos tiametoxam, imidacloprido, atrazina, metalaxil, fipronil e difenoconazole foram avaliados. A linearidade teve um coeficiente de correlação superior a 0,99 para todos os princípios ativos em uma faixa de trabalho variando de 0,40 a 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . A exatidão, precisão, limite de quantificação e limite de detecção foram determinados através da recuperação dos analitos na água. O limite de quantificação foi de 0,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  para atrazina e 0,8  $\mu\text{g.L}^{-1}$  para os demais compostos (PETROCELLI, 2020). Um dos grandes problemas deste trabalho é quanto a sensibilidade do equipamento utilizado. Muitos estudos utilizam equipamentos com detector de massas que além de possuir uma sensibilidade elevada, também faz a confirmação dos agrotóxicos.

Quanto às análises da água não foram encontrados traços de agrotóxicos nas amostras. Caldas et.al. (2019) analisaram 22 agrotóxicos em águas superficiais do Canal de São Gonçalo, (RS), o ingrediente ativo mais encontrado foi a atrazina em

concentrações variando de 0,005 a 0,049  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Soares et. al. (2013) analisaram 24 agrotóxicos na Bacia do Rio Doce em Minas Gerais e encontraram resultados de 0,014 a 0,05  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Já Chiarello (2017) identificou concentrações de piridabem de até 39,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , entretanto ele associou o uso ao controle do *Aedes aegypti* na região.

Loughlin, Peluso, e Marino (2022) analisaram agrotóxicos em água de uma Bacia Hidrográfica em região de horticultura em Buenos Aires, Argentina. Os autores concluíram que a horticultura pode ser um problema para a biota devido a quantidade de agrotóxicos encontrados e que o regime de chuvas influencia na detecção dos ingredientes ativos, já que pode ocorrer a diluição e não detecção dos compostos.

Segundo Barbosa et. al. (2016) a utilização de agrotóxicos é a segunda maior causa de contaminação dos rios no Brasil, perdendo apenas para o esgoto doméstico, apesar de não terem sido encontrados os agrotóxicos estudados, estes podem estar abaixo dos limites de quantificação estabelecidos pelo método, além disso outros princípios ativos não estudados podem estar presentes. A distribuição dos agrotóxicos no meio ambiente se dá principalmente por intermédio dos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, seja na fase líquida, dissolvidos em água, ou por meio do carreamento de partículas de solo (CHIARELLO et. al., 2017).

A presença da mata ciliar também pode contribuir para o fato de não termos encontrado agrotóxicos nas amostras de água no entorno dos pontos amostrados. As matas ciliares são uma barreira eficaz de proteção dos solos, evitando sua erosão e consequente assoreamento dos rios com material particulado contaminado, ou mesmo com água carregada de áreas agrícolas contaminadas com agrotóxicos, funcionando como “filtro” (RIBEIRO, 2018).

Outra importante atuação das matas ciliares é na modificação dos processos químicos e biológicos alterando a composição química dos componentes; como a degradação dos resíduos de agrotóxicos transportados pelo escoamento em componentes não tóxicos por decomposição microbiológica, oxidação, redução, hidrólise, radiação solar e outras ações que ocorrem no piso florestal (SIMÕES, 2001 *apud* SECUNDINI, 2018).

Sabe-se que em matas ciliares e florestas a decomposição da serrapilheira é elevada, com a presença de uma quantidade elevada de microrganismos. A principal rota de degradação dos agrotóxicos é microbiológica, logo além de reter os resíduos de agrotóxicos a mata ciliar pode estar também atuando na degradação destes compostos.

Nas áreas rurais muitas famílias por motivos de ordem econômica, social e climática utilizam-se das vazantes do rio para plantio de culturas temporárias e permanentes, visando a sua subsistência. Verifica-se que esta prática culmina com a devastação da vegetação no entorno dos rios (mata ciliar) o que pode trazer sérias implicações ao ambiente natural, principalmente no assoreamento dos rios e contaminação por produtos de origem agrícola (OLIVEIRA, PEREIRA e VIEIRA., 2011).

Devido aos resultados obtidos neste estudo, seria aconselhável a realização de pesquisas com intuito de se verificar a importância da mata ciliar na retenção de compostos nitrogenados e agrotóxicos. A preservação das águas continentais é fundamental para a geração de empregos, para o desenvolvimento da indústria, para o aumento da produtividade na agricultura e obtenção de qualidade de vida. Um dos desafios deste século é a manutenção da boa qualidade dos corpos hídricos, principalmente nos países em desenvolvimento.

Deve-se avaliar e identificar os fatores de riscos responsáveis por ameaçar a qualidade hídrica, para que soluções sejam propostas baseando-se nos indicadores ambientais (PÓVOAS et al., 2020). Um dos indicadores ambientais que devem ser levados em conta são as matas ciliares que protegem os rios, córregos e represas do assoreamento através do carreamento de partículas para o leito do rio, bem como do carreamento de contaminantes seja através da água da chuva ou através de partículas de solo erodidas.

Os recursos hídricos são limitados e vulneráveis, associados ao uso por uma população crescente, expansão industrial e agropecuária, torna-se necessário gerenciar de forma integrada, e garantir o abastecimento de água de qualidade para a sociedade presente e futura (HONÓRIO, 2020); e a única forma de fazer isso é monitorando os contaminantes.

## 6. CONCLUSÃO

- Embora o Rio Tietê sofra aporte de cursos d'água com concentrações de *E. coli* acima dos padrões estabelecidos pela Decisão de Diretoria nº 112/2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, este rio apresenta-se, em suas águas, dentro dos padrões.
- O Rio Biritiba (P3) e o Córrego Cocuera (P4), apresentam contaminação por *E. coli* acima dos padrões estabelecidos pela Decisão de Diretoria nº 112/2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e pela Resolução CONAMA 357 de 2005. Este fato não era esperado pois os dois cursos d'água passam por zona rural. Logo esta contaminação se deve pelo aporte de efluentes provenientes de fossas negras e por lançamento direto.
- O Rio Tietê, no trecho estudado, apresenta grande capacidade de diluição, o que explica este fato é o aporte de contaminantes, provenientes do Rio Biritiba (P3) e Córrego Cocuera (P4) e mesmo assim permanecer com suas características microbiológicas e inorgânicas dentro dos padrões previstos pela Decisão de Diretoria nº 112/2013 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e da Resolução CONAMA 357/2005.
- Foi encontrado nitrato em valores abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 357 de 2005
- Não foram encontrados resíduos de agrotóxicos nas amostras analisadas.
- As características químicas, como presença de nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal, bem como a ausência de agrotóxicos, nos cursos d'água estudados, pode estar relacionado com a existência de mata ciliar que, neste caso, funciona como um filtro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. **Estimativas de evapotranspiração real por sensoriamento remoto no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas. - ANA, 41 p., 2020. Disponível em:

<file:///C:/Users/marin/Downloads/RE\_SSEBop4.pdf> Acesso em: 16/11/2020

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>> 2013. Acesso em: 22/10/2020.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografias Autorizadas**.

Disponível em: <[https://www.gov.br/anvisa/pt-](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra)

[br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra)>

Acesso: 29/12/2021.

ARBOS, K. A., et al., **Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais**, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30(Supl. 1) p. 215-220, 2010.

ARIAS, A, R, L, et al., **Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de Rios e córregos por agrotóxicos**. Ciênc.

Saúde Colet, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007. Disponível em:

<<https://www.scielo.org/article/csc/2007.v12n1/61-72/>> Acesso em: 12/10/2020.

AYDIN, Adnan; ÖZGEN, Ercan; SÜLIN, T. A, **A novel method for the**

**spectrophotometric determination of nitrite in water**. Talanta, Turkey, n. 66, p. 1181, 2005

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914005000421>>

Acesso em: 30/12/2021.

BARBOSA, D. C.; PAIVA, G. S.; ADAME, A. **O uso de agrotóxicos e a contaminação dos recursos hídricos: Custo benefício econômico e social**.

Simpósio de Educação do Vale do Juruena, Juina/MT, 2016. **Anais**. Disponível em:

<[http://www.evento.ajes.edu.br/educacao/uploads/artigos/20170720164012-](http://www.evento.ajes.edu.br/educacao/uploads/artigos/20170720164012-PTdp.pdf)

PTdp.pdf> Acesso em: 28/10/2020.

BARRETO, C. A.; **Agricultura e meio ambiente: percepções e práticas**

**sojicultores em Rio Verde – GO**. 2007, 140p., Dissertação (Mestrado). Programa

de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. Disponível

em; < [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-14082007](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-14082007231915/publico/DissetacaoClarissadeAraujoBarreto.pdf)

231915/publico/DissetacaoClarissadeAraujoBarreto.pdf>. Acesso em: 04/09/2020.

BANERJEE, K, et al., **Sorption of thiamethoxam in three Indian soils**. Journal of Environmental Science and Health Part B, (43), p.151-156, 2008. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03601230701795130>> Acesso em:

15/01/2022

BOMBARDI, L. M.; **Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. Direitos Humanos no Brasil 2012.** [ Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos]. Disponível em: <[https://reporterbrasil.org.br/documentos/DH\\_relatoRio\\_2012.pdf#page=75](https://reporterbrasil.org.br/documentos/DH_relatoRio_2012.pdf#page=75)> Acesso em: 08/09/2020.

BRANDT, K. G; ANTUNES, M. M. C; SILVA, G. A. P. **Acute diarrhea: evidence-based management.** J.Pediatr, Rio de Janeiro, v.91 (6Supl.1) p. 536-543, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v91n6s1/0021-7557-jped-91-06-s1-0s36.pdf>>. Acesso em: 22/08/2021.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=FF6287BC38836EBD9BC60A913B631C31.proposicoesWebExterno2?codteor=470365&filename=LegislacaoCitada+-PL+1253/2007](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=FF6287BC38836EBD9BC60A913B631C31.proposicoesWebExterno2?codteor=470365&filename=LegislacaoCitada+-PL+1253/2007)> Acesso em: 29/12/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA No 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 24/10/2020.

BURAKHAM, R. et al., **Simple Flow-Injection System for the Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate in Water Sample.** Talanta, Thailand, n. 64, p. 1259, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914004002115>> Acesso em: 30/12/2021

CALDAS, S. S. et.al. **Occurrence of Pesticides and PPCPs in Surface and Drinking Water in Southern Brazil: Data on 4-Year Monitoring.** J. Braz. Chem. Soc. São Paulo, v. 30, n. p.1, 71-80, 2019. <<http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20180154>> Acesso em :03/02/2021.

CARNEIRO, F. et al., **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro, 624p., 2015. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26221/2/Livro%20EPSJV%20013036.pdf>> Acesso em 22/10/2020.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo , **Decisão de Diretoria nº 112/2013/e**, de 09 de abril de 2013. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/DECIS%C3%83O-DE-DIRETORIA-N%C2%BA-1122013E-DE-09-DE-ABRIL-DE-2013.pdf>> Acesso: 29/11/2021.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Relatório**, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Relatorio-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2020.pdf>> Acesso em 31/12/2021



CHAGNON, M., et al., **Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services**. Environ. Sci. Pollut. Res., v. 22, p. 119-134, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-3277-x>>. Acesso em: 23/10/2020.

CHAIM, A., **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos: fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental**. 2004. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/RepositorioRio/Chaim\\_AgrotoxicoAmbiente\\_000fgp27 94702wyiv8020uvkp2st4aal.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/RepositorioRio/Chaim_AgrotoxicoAmbiente_000fgp27%2094702wyiv8020uvkp2st4aal.pdf)>. Acesso em: 22/10/2020.

CHIARELLO, M., et al., **Determinação de agrotóxicos na água e sedimentos por HPLC- HRMS e sua relação com o uso e ocupação do solo**. Quím. Nova, São Paulo, v 40, (2), p. 158-165, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20160180>>. Acesso em: 22/10/2020.

COSTA, C.R., et al. 2008. **A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação**. Quím. Nova, São , v. 31 (7), p. 1820-1830. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100- 40422008000700038](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000700038)>. Disponível em: Acesso em: 23/10/2020.

DECOL, L. T.; CASARIN, L. S.; HESSEL, C. T.; BATISTA, A. C. F.; ALLENDE, A.; TONDO, E. C. Microbial quality of irrigation water used in leafy green production in Southern Brazil and its relationship with produce safety. **Food Microbiology**, v. 65, p. 105-113, 2017.

DUBLIN, **A declaração de Dublin sobre água e desenvolvimento sustentável. Conferência internacional de água e meio ambiente**, Dublin, Irlanda, 1992. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/downloads/declaracao\\_de\\_dublin\\_sobre\\_agua\\_e\\_desenvolvimento\\_sustentavel.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/downloads/declaracao_de_dublin_sobre_agua_e_desenvolvimento_sustentavel.pdf)> Acesso em: 24/10/2020.

EPA-ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY UNITED STATES, USA Government . **Method 3510 C Separatory funnel liquid-liquid extraction** . Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3510c.pdf>> Acesso: 12/10/2020.

FABHAT, Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, **Elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. [Relatório Final], 497 p., 2019, Disponível em: <[file:///C:/Users/marin/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Alto%20Tiet%C3%AA. pdf](file:///C:/Users/marin/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Alto%20Tiet%C3%AA.pdf)> Acesso em 04/10/2020.

FONSECA, J. M., et al., **Escherichia coli survival in lettuce fields following its introduction through different irrigation systems**. J. Appl. Microbiol. v. 110, p. 893-902, 2011. Disponível em: <<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2672.2011.04942.x>> Acesso em: 16/11/2020.

FRAGA, W. G., et al. **Identificação dos principais ingredientes ativos em agrotóxicos ilegais apreendidos pela polícia federal do Brasil e quantificação do mestulfurom- metílico e tebuconazol.** Rev. Virtual Quím., v. 8(3), p.561-575., 2016. Disponível em: <[http://rvq.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=27](http://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=27)> Acesso em: 26/08/2020.

GAFFNEY, V. J.; CARDOSO, V. V.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, E.; BENOLIEL, M. J.; ALMEIDA, C. M. M. Análise de fármacos em águas por SPE-UPLC-ESI-MS/MS. **Química Nova**, v. 37, n. 1, p. 138-149, 2014.

GARCIA, A. V. et. al. , **Disponibilidade Hídrica e volume de água outorgado na micro-bacia do Ribeirão Abóbora, Município de Rio Verde, Estado de Goiás.** Caminhos de Geogr., v. 8(22), 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15555/8804>> Acesso em: 25/10/2020.

GOMES, F.C.O. et.al. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de corpos d'água próximos a grandes centros urbanos.** Educação & Tecnologia, v. 16, nº 2, p. 109 – 118, 2011. Disponível em: <<https://www.seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/392/409>> Acesso em: 20/08/2021.

GRUBE J. S., **Coliform bacteria as indicators of diarrheal risk in household drinking water: systematic review and meta-analysis.** PLoS One, 9:e107429, 2014. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0107429>> Acesso em: 30/10/2020.

HONÓRIO, M. S., **Avaliação da disponibilidade hídrica superficial no estado de Goiás.** Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/10601/3/Disserta%20c3%a7%20a3o%20-%20Michelle%20da%20Silva%20Hon%20b3rio%20-%202020.pdf>> Acesso em: 23/08/2021.

HUA, J., RELYEA, R., **Chemical cocktails in aquatic systems: Pesticide effects on the response and recovery of <20 animal taxa.** Environ. Pollut. 189, 18-26, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749114000487>> Acesso em: 23/10/2020.

IBGE; **Atlas do Saneamento**, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>> Acesso em: 22/10/2020.

ISA – INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL, **Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê**, 2020. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/1067>> Acesso em: 30/10/2020.

KÖHLER, H.R., TRIEBSKORN, R., **Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?** Science, v. 341, 759-765, 2013. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/341/6147/759.abstract>> Acesso em: 23/10/2020.

LOUGHLIN, T. M. M. ; PELUSO, M. L.; MARINO, D.J.G. Multiple pesticides occurrence, fate, and environmental risk assessment in a small horticultural stream of Argentina. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149893>> 802, 2022.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. . **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 212. 355 p.

MEDEIROS, I. F. et.al. **Qualidade de águas de fontes alternativas de abastecimento do Seridó (RN)**. Rev. Bras. de Gest. Ambient., Pombal, v. 14(1) p. 139-142, 2020.

MELLO, F. A. et.al. **Agrotóxicos: Impactos ao meio ambiente e a saúde humana**. Colloq Vitae 11(2): 37-46 mai-ago 2019.

Disponível em: < <http://journal.unoeste.br/index.php/cv/article/view/2285/2787>>

Acesso em: 06/09/2020.

MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S.E. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2015, 464p.

MOLINA, D. **Seminário volta a discutir mercado de agrotóxicos em 2013**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+noticias+anos/2012+noticias/seminario+volta+a+discutir+mercado+de+agrotoxicos+em+2012>>. Acesso em: 22/10/2020

MONSER, L. et al., **A Simple Simultaneous Flow Injection Method Based on Phosphomolybdenum Chemistry for Nitrate and Nitrite Determinations in Water and Fish Samples**. Talanta, Tunísia, n. 57, p. 511, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914002000577>> Acesso em: 30/12/2021

NOGUEIRA, G. et.al. **Qualidade microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais**. Rev. Saúde Pública, v. 37, n. 2, p. 232-236, 2003.

Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/31576/33461>> Acesso em: 20/08/2021.

NOGUEIRA, E. F. R., et al. **Análise comparativa da qualidade da água disponível para consumo nos bebedouros de escolas públicas do município de Santo Inácio do Piauí**. Rev. Eletrônica Acervo Saúde, v. Supl. 14, 2018. Disponível em: <<https://www.acervosaude.com.br/doc/REAS317.pdf>>. Acesso em: 30/10/2020.

OLIVEIRA, A. P., et al., **Coliformes Termotolerantes em Águas Pluviais Recebidas pelo Ribeirão Pirapitinga no Município de Catalão-GO**, In book: Estudos Interdisciplinares em Ciências Biológicas, Saúde, Engenharias e Gestão p.163-176, 2016. Disponível em: <<https://openaccess.blucher.com.br/article-details/coliformes-termotolerantes-em-aguas-pluviais-recebidas-pelo-ribeirao-pirapitinga-no-municipio-de-catalao-go-19964>> Acesso em: 25/10/2020.

OLIVEIRA, L.C., PEREIRA, R., VIEIRA, J. R. G. **Análise da degradação ambiental da mata ciliar em um trecho do rio Maxaranguape – RN: uma contribuição à gestão dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte** – Brasil. HOLOS, vol.5, p. 49-66, 2011  
Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481549218006.pdf>> Acesso em 27/12/2021.

PETROCELLI, B. **Qualidade da água em sistemas de hortaliças folhosas**. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico. São Paulo, 82 p. 2020.

POMPÊO, M et al. (Orgs); **Análise crítica da resolução conama nº 357 à luz da diretiva quadro da água da união europeia: estudo de caso (represa do Guarapiranga - São Paulo, Brasil)**. Ecologia de reservatórios e interfaces, São Paulo, 2015. Disponível em: <[http://web01.ib.usp.br/reservatorios/PDF/Cap.\\_24\\_CONAMA.pdf](http://web01.ib.usp.br/reservatorios/PDF/Cap._24_CONAMA.pdf)> Acesso em: 15/11/2020.

PORCY, C. **Avaliação microbiológica da água de consumo de casas localizadas em área alagada em um município do estado Amapá**. Rev. Eletrônica Acervo Saúde, 12 (4), 2020. Disponível em: <<https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/2938/1520>> Acesso em: 30/10/2020.

PÓVOAS, L. V. et. al. **Avaliação físicoquímica e microbiológica da qualidade da água do Rio Cachoeira, Bahia, BR**. Braz. J. of Develop, Curitiba, 6, (8), p. 61258-61269, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/15473/12738>> Acesso em: 25/11/2020.

REBOUÇAS, A. C. et al., **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3.ed. São Paulo, 2006.

RESENDE, A. V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p.

RIBEIRO, R. L., **A degradação da mata ciliar no Rio Salgado em Lavras da Mangabeira – CE: A invasão urbana e seus efeitos devastadores**. Monografia, Cajazeiras – Paraíba, Disponível em : <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/7458/RAFAELA%20LUCENA%20RIBEIRO.%20TCC.%20LICENCIATURA%20EM%20GEOGRAFIA.%202018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>> Acesso em 29/12/2021.

ROSÁRIO, L.G do, **Diagnóstico Ambiental sobre a Influência de Práticas Agrícolas na Micro Bacia Hidrográfica do Cocuera, Mogi das Cruzes – SP**, Dissertação (Mestrado), São Paulo, SP, 2014.

SANTOS, K.M.S. et.al. **Avaliação do Comportamento Sazonal da Qualidade da Água do Rio Pitanga, Sergipe**. XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/330289333\\_avaliacao\\_do\\_comportamento\\_sazonal\\_da\\_qualidade\\_da\\_agua\\_do\\_rio\\_pitanga\\_sergipe](https://www.researchgate.net/publication/330289333_avaliacao_do_comportamento_sazonal_da_qualidade_da_agua_do_rio_pitanga_sergipe)> Acesso em: 30/10/2020.

SANTOS NETO, A. J. dos, SIQUEIRA, M. E. P. B. de, **Análise de praguicidas organofosforados em água por extração em fase sólida (SPE) utilizando discos C18 e cromatografia em fase gasosa: avaliação da contaminação do reservatório de furnas (MG-Brasil).** Quim. Nova, n.28 (5), p. 747-750, 2005.

SÃO PAULO (Estado), Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo- LUPA 2007/2008.** São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em:<[www.cati.sp.gov.br/projetolupa](http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa)>. Acesso em: 08/09/2020.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 10.755 de 22 de novembro de 1977.** Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/DECRETO-N%C2%BA-10.755-DE-22-DE-NOVEMBRO-DE-1977.pdf>> Acesso em: 30/11/2021.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 42.837 de 03 de fevereiro de 1998.** Disponível em:: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1998/decreto-42837-03.02.1998.html>> Acesso em: 30/10/2020.

SCHERER et.al. **Avaliação bacteriológica e físico-química de águas de irrigação, solo e alface (*Lactuca sativa* L.).** Rev.Ambient.Água, Taubaté. v. 11, 2016.

SECUNDINI, W. H., **Importância da mata ciliar (riparia) na qualidade da água de abastecimento do Rio Piava no ponto de captação de Umuarama – PR.** Monografia, 2018. Disponível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22860/2/mataciliarqualidadeagua.pdf>> Acesso em: 29/12/2021.

SILVA, A. F. S.; LIMA, C. A.; QUEIROZ, J. J. F.; JACOME, P. R. L.; JACOME JÚNIOR, A. T. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, 2016.

SILVA, D. O. **Recomposição de um trecho da mata ciliar do Rio Colônia, situado no Município de Itapé – BA.** Monografia, Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2208/1/DIEGO%20OLIVEIRA%20SILVA.pdf>>Acesso em: 29/12/2021

SILVA, M.R., et al. **Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais.** SaBios-Rev. de Saúde e Biol., v.8 (2), p. 46-58, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/262565227\\_Agrotoxicos\\_e\\_seus\\_impactos\\_sobre\\_ecossistemas\\_aquaticos\\_e\\_continentais](https://www.researchgate.net/publication/262565227_Agrotoxicos_e_seus_impactos_sobre_ecossistemas_aquaticos_e_continentais)> Acesso em:23/10/2020.

SOARES, W. L.; FREITAS, E. A. V.; COUTINHO, J. A. G. **Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis – RJ.** Rev. Econ. Sociol. Rural, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 685-701. 2005. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032005000400004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032005000400004&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em: 06/09/2020.

SOARES, A. F. S. et. al. **Occurrence of pesticides from coffee crops in surface water.** Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 62- 72, 2013. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/C5t4zTmkVFm8MT7XmFGyNfQ/abstract/?lang=en> Acesso: 03/02/21.

SOUZA, M. M. de; GASTALDINI, M. C. C., **Avaliação da quantidade de água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos.** Eng Sanit Ambient, v. 19(3), p. 263-274, 2014.

SPERLING, M. von., **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 3. ed., Belo Horizonte, 2005, 452 p..

TAVARES, J. M.; ARAÚJO, W. J. S., **Consumo e Escassez de Água Potável em Salvador-Bahia, Braz. J. Of Develop.** Curitiva. v. 6 (9), p. 70909-70925, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17088/13900> Acesso em: 24/10/2020.

TIONGCO, M. M. et al., **Risk analysis integrating livelihood and economic impacts of wastewater irrigation on health.** Earthscan-International Development Research Centre. Londo: 127-148, 2010. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781849774666-17/risk-analysis-integrating-livelihood-economic-impacts-wastewater-irrigation-health-marites-tiongco-narrodd-kelly-bidwell> Acesso em: 24/10/2020.

TYRREL, S. F., et al., **Microbiological water quality requirements for salad irrigation in the United Kingdom.** J. Food Prot., v. 69, n. 8, p. 2029-35, 2006. Disponível em: [https://watermark.silverchair.com/0362-028x69\\_8\\_2029.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW\\_Ercy7Dm3ZL\\_9Cf3qfKAc485ysgAAAsQwggLABgkqhkiG9w0BBwagggKxMIICrQIBADCC](https://watermark.silverchair.com/0362-028x69_8_2029.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAsQwggLABgkqhkiG9w0BBwagggKxMIICrQIBADCC) Acesso em: 30/10/2020.

UMBUZEIRO, G. A.; LORENZETTI, M. L.. **Fundamentos da gestão da qualidade das águas superficiais: Resolução CONAMA 357/2005.** Limeira, SP : Biblioteca da Unicamp/CPEA, 2009. 11p. Disponível em: <https://wordpress.ft.unicamp.br/laeg/wp-content/uploads/sites/33/2017/10/Fundamentos-da-Gest%C3%A3o-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Superficiais.pdf> Acesso em 30/11/2021.

UYTTENDAELE, M. L. A. et al., **Microbial Hazards in Irrigation Water: Satandarts, Norms, and Testing to Manage Use of Water in Fresh Produce Primary Production.** Comp. Rev. Food Sci. Food Saf., v. 14, p. 336-356., 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12133> Acesso em: 16/11/2020.

VEIGA, M. M.; et al.. **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v.22, p.2391- 2399, 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2006001100013](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2006001100013) Acesso em: 15/08/2020.

VIEIRA, R. H. S. F. et. al. **Perfil de resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isoladas do açude Santo Anastácio, Ceará, Brazil.** Arq. do Inst. Biol, São Paulo, 2010.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/aib/a/qhbfz6cxbtGDSJBZn5pDhXM/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 20/082021.

VOLKWEIS, D.S.H. et.al. **Qualidade microbiológica da água utilizada na produção de alimentos por agroindústrias familiares do município de Constantina/RS.**

Rev. Eletrônica Gest., Educ. Tecnol. Ambient. Santa Maria, v.19, n.1, p.18-26, 2015. Edição especial. Disponível em < [https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19182/pdf\\_1](https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19182/pdf_1)>. Acesso em: 22/08/2021.

## **ANEXO A – Parâmetros inorgânicos da qualidade da água**

### **Nitrogênio Amoniacal**

O tubo para fotômetro foi preenchido com amostra de água até a marca de 10 mL. Foi adicionado ao tubo 1 tablete de ammonia nº 1 e 1 tablete de ammonia nº 2, os tabletes foram dissolvidos com espátula e misturados até dissolução completa. Após 10 minutos foi feita leitura em fotômetro.

### **Nitrato**

O tubo para fotômetro foi preenchido com amostra de água até a marca de 20 mL. Foi adicionado uma espátula do pó do nitratest e um tablete do nitratest. O tubo foi tampado e agitado por 1 minuto. Após 1 minuto o tubo foi invertido vagarosamente por 3 ou 4 vezes para ajudar na floculação. O tubo ficou descansando por 2 minutos ou até que todo material particulado sedimentasse. A tampa foi removida e o tubo limpo por fora. A solução foi vertida vagarosamente para o tubo do fotômetro até marca de 10 mL. Foi adicionado 1 tablete do nitrocol que foi dissolvido com espátula e misturado até dissolução completa. Após 10 minutos foi feita leitura no fotômetro.

### **Nitrito**

O tubo para fotômetro foi preenchido com amostra de água até a marca de 10 mL. Foi adicionado 1 tablete do nitrocol, que foi dissolvido com espátula e misturado até dissolução completa. Após 10 minutos foi feita leitura no fotômetro.



## **ANEXO B – Isolamento de compostos orgânicos a partir de amostras de água (Extração líquido-líquido)**

Foi colocado um litro da amostra em um funil de separação e adicionado 100 g de cloreto de sódio. Em seguida a amostra foi agitada para total dissolução do sal. Foram adicionados 30 mL de diclorometano, e agitado por três minutos, com abertura periódica da válvula para liberação da pressão. Por fim, o diclorometano foi coletado em um balão de fundo redondo após ser filtrado sobre sulfato de sódio. A extração com diclorometano foi repetida mais duas vezes.

O diclorometano foi concentrado em um rotaevaporador a 40° C até cerca de 1 mL, o restante foi concentrado sob fluxo baixo de nitrogênio. Em seguida, os resíduos de cada balão de fundo redondo foram resuspendidos com 1 mL de acetonitrila para injeção em cromatógrafo líquido (HPLC) ou 1 mL de tolueno para injeção em cromatógrafo à gás (CG).

## **ANEXO C – Determinação e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* em água**

### Meio de cultura

Para o preparo do meio, foram adicionadas 2 ampolas do tipo Colilert® para 200 ml de água destilada esterilizada. Foram transferidos 10 mL do meio de cultura para tubos de ensaio.

Para cada amostra, utilizou-se 20 tubos de ensaios. Procedimento

Solução 6: Foi transferido, com auxílio de pipeta, 10 mL da água coletada em campo (A1) para o tubo de ensaio que contém o meio de cultura. Foram feitas 5 replicatas desta série.

Solução 7: Foi transferido, com auxílio de pipeta, 1 mL da água coletada em campo (A1) para o tubo de ensaio que contém o meio de cultura. Foram feitas 5 replicatas desta série.

Solução 8: Foi diluído em erlenmeyer 10 mL da água coletada (A1) em 90 mL da Solução C esterilizada (A2), em seguida foi transferido 1 mL com auxílio de pipeta para o tubo de ensaio que contém o meio de cultura. Foram feitas 5 replicatas desta série.

Solução 9: Foi diluído em erlenmeyer 10 mL da água diluída (A2) em 90 mL da Solução C esterilizada (A3), em seguida foi transferido 1 mL com auxílio de pipeta para o tubo de ensaio que contém o meio de cultura. Foram feitas 5 replicatas desta série.

Em seguida os tubos de ensaio foram incubados em câmaras de germinação a 35°C por 24 horas. O resultado era considerado positivo para coliformes totais caso o meio de cultura alterasse sua cor para amarelo. Em seguida os tubos de ensaio positivos para coliformes totais eram colocados em luz UV a 365 nm. Caso houvesse fluorescência seria indicativo de presença de *Escherichia coli*.

**Valores de pH e nitrato**

Local	pH	Nitrato
		LQ 0,4 mg.L <sup>-1</sup>
jan/20 P1	4,75	0,3168
fev/20 P1	5,96	1,43
marc/20 P1	7,51	2,618
jun/20 P1	6,61	3,146
jul/20 P1	7,63	< LQ
ago/20 P1	7,5	3,168
dez/20 P1	7,02	0,04
jan/21 P1	6,02	1,0164
fev/21 P1	7,43	1,892
mar/21 P1	7,1	1,408
jan/20 P2	7,62	0,132
fev/20 P2	7,7	1,0384
marc/20 P2	6,92	2,464
jun/20 P2	6,49	1,8304
jul/20 P2	8,2	0,8228
ago/20 P2	7,61	2,134
dez/20 P2	6,72	0,5368
jan/21 P2	6,73	1,7996
fev/21 P2	6,99	1,3244
mar/21 P2	6,86	0,7216
jan/20 P3	6,03	0,04
fev/20 P3	6,52	3,1724

marc/20	P3	6,74	2,464
jun/20	P3	6,48	2,948
jul/20	P3	7,32	< LQ
ago/20	P3	7,1	2,794
dez/20	P3	6,83	< LQ
jan/21	P3	6,66	1,2232
fev/21	P3	6,87	0,3000
mar/21	P3	6,77	< LQ
jan/20	P4	6,93	0,9328
fev/20	P4	7,73	0,6292
marc/20	P4	6,63	1,43
jun/20	P4	6,68	0,7612
jul/20	P4	7,62	0,352
ago/20	P4	6,61	3,058
dez/20	P4	6,55	0,352
jan/21	P4	7,8	1,3244
fev/21	P4	6,35	0,7304
mar/21	P4	7,13	0,0396
jan/20	P5	7,62	0,0088
fev/20	P5	7,63	0,9196
marc/20	P5	6,59	1,5356
jun/20	P5	6,48	4,928
jul/20	P5	6,37	0,352

ago/20 P5	7,58	2,75
dez/20 P5	6,64	1,9492
jan/21 P5	6,48	2,904
fev/21 P5	7,9	1,4124
mar/21 P5	6,5	1,9008