

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA

Rafaela Pohlmann Velasquez

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DOS PIRES EM ITAARA/RS**

Santa Maria, RS
2022

Rafaela Pohlmann Velasquez

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
LAJEADO DOS PIRES EM ITAARA/RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof.^a Dr. Alexandre Swarowsky
Coorientador: Prof. Dr. Adriano Arrué Melo

Santa Maria, RS
2022

Velasquez, Rafaela
DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
LAJEADO DOS PIRES EM ITAARA/RS / Rafaela Velasquez.-
2022.

114 p.; 30 cm

Orientador: Alexandre Swarowsky
Coorientador: Adriano Arrué Melo
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2022

1. Qualidade da água 2. Densidade populacional 3.
Saneamento Básico 4. Uso e Ocupação do solo I. Swarowsky,
Alexandre II. Arrué Melo, Adriano III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, RAFAELA VELASQUEZ, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Rafaela Pohlmann Velasquez

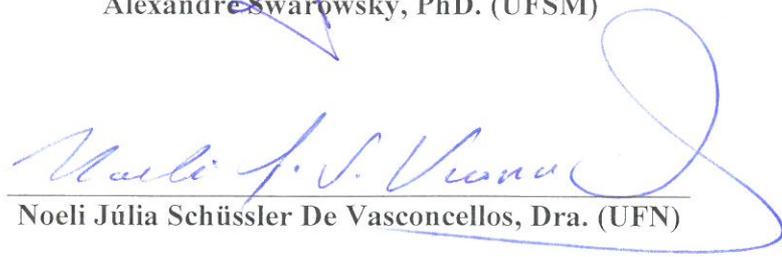
DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
LAJEADO DOS PIRES EM ITAARA/RS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

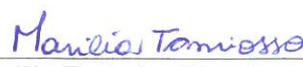
Aprovada em 28 de abril de 2022.



Alexandre Swarowsky, PhD. (UFSM)



Noeli Júlia Schüssler De Vasconcellos, Dra. (UFN)



Marília Ferreira Tamiosso, Dra. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família pelo apoio e estrutura que me proporcionaram para conseguir ingressar na Universidade Federal de Santa Maria. Pois sempre estiveram ao meu lado, acreditando junto comigo no meu objetivo e por muitas vezes, abdicando de suas próprias atividades para que este momento se realizasse.

Em especial, agradecer o apoio da minha mãe, Maria Dolores Pohlmann Velasquez, que sempre me apoiou e me incentivou aos estudos e ao ingresso no programa de pós de graduação. Pois além de ser uma ótima mãe, traçou uma jornada admirável como professora universitária sendo o meu exemplo diário como profissional. Ao meu pai que, também atuou como professor e sempre apoiou de todas as formas a minha jornada como estudante e é minha inspiração tanto profissional quanto pessoal.

Aos meus amigos, que acompanharam minha jornada, apoiando minhas decisões e comemorando minhas vitórias.

Ao meu orientador, Alexandre Swaroswsky que me acompanha desde a graduação e sempre foi um ótimo professor. Além disso, sempre me ajudou nos momentos difíceis que surgiram ao longo do caminho no mestrado, com muito incentivo e positividade. É um professor admirável, de caráter ímpar e muito justo, sempre ajudando os alunos e todos que solicitam a sua ajuda.

À Fundação MOÃ pelo apoio ao meu projeto tanto financeiro, logístico e também nas coletas à campo, é uma fundação que admiro muito e espero que sigam com os projetos muito necessários para a região do Bairro Menino Deus.

Aos bolsistas que passaram pelo meu projeto, todos sem exceção me ajudaram muito tanto no laboratório, quanto em campo. Serei eternamente grata pela ajuda deles.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), pelo ensino de qualidade.

Aos membros da banca de defesa desta dissertação, Dr.^a Noeli Júlia Schüssler De Vasconcellos e Dr.^a Marília Ferreira Tamiosso pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DOS PIRES EM ITAARA/RS

AUTOR: Rafaela Pohlmann Velasquez

As bacias hidrográficas são utilizadas como unidades básicas de gestão dos recursos hídricos e de planejamento ambiental, sendo que uma das causas da degradação ambiental das bacias hidrográficas brasileiras é a deficiência dos serviços de saneamento básico. É o caso da área desse estudo, cuja ausência de saneamento básico da região acarretou alteração na qualidade da água do Lajeado dos Pires, tornando-se um problema para os moradores das proximidades. Além disso, sabe-se que a mesma vem passando por um forte adensamento populacional ocasionado pelo aumento do número de construções e alteração do uso do solo, o que leva a impermeabilização do solo e consequente aumento do escoamento superficial. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi analisar a influência da densidade populacional, principalmente quanto ao uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires. Para tanto, foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas de qualidade da água em 5 diferentes pontos do Lajeado dos Pires durante o período de outubro de 2020 a outubro de 2021. Os parâmetros foram analisados junto ao Laboratório de Engenharia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando-se a metodologia do Standard Methods. Na sequência, foi aplicado um questionário socioeconômico à população lindeira do Lajeado. Posteriormente, procedeu-se a relação dos dados dos parâmetros de qualidade da água com os de vazão e ainda, uma análise correlativa dos resultados com a parte socioeconômica da área. Os resultados mostraram que apesar dos pontos 1, 2 e 3 serem os mais altos, ou seja, mais afastados das residências e das atividades industriais realizadas dentro da bacia sob análise, em determinados períodos, ocorreram descargos pontuais de efluentes os quais alteraram a qualidade da água naqueles pontos, ocasionados provavelmente pelas atividades agropecuárias existentes em regiões próximas. Por outro lado, os pontos 4 e 5 por localizarem-se mais próximos das residências e do exutório apresentaram maior alteração da qualidade da água, principalmente com relação aos coliformes totais e *E.coli*, já que tais pontos recebem maior quantidade e concentração de efluentes provenientes das atividades realizadas e pelo uso e ocupação do solo nas proximidades.

Palavras-chave: Qualidade da água. Densidade populacional. Saneamento Básico.

ABSTRACT

SOCIO-ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE WATERSHED OF LAJEADO DOS PIRES IN ITAARA/RS.

AUTHOR: Rafaela Pohlmann Velasquez

The watersheds are used as basic units for the management of water resources and environmental planning, and one of the cause of environmental degradation of Brazilian watersheds is the deficiency of basic sanitation services. This is the case of the area of this study, whose lack of basic sanitation in the region caused changes in the water quality of the Lajeado dos Pires, becoming a problem for nearby residents. Moreover, it is known that the area has been going through a strong population densification caused by the increase in the number of buildings and changes in land use, which leads to soil sealing and a consequent increase in surface runoff. In this sense, the objective of the study was to analyze the influence of population density, especially regarding the use and occupation of the soil on the water quality of the Lajeado dos Pires watershed. For this purpose, physical, chemical and biological analyses of water quality were performed in 5 different points of the Lajeado dos Pires during the period from October 2020 to October 2021. The parameters were analyzed at the Engineering and Environment Laboratory of the Federal University of Santa Maria, using the methodology of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. After that, a socioeconomic questionnaire was applied to the population along the Lajeado river. Subsequently, the data of water quality parameters were related to the flow and also a correlative analysis of the results with the socioeconomic part of the area. The results showed that despite the fact that points 1, 2 and 3 are the highest, that is, farthest from the residences and industrial activities carried out in the basin under analysis, in certain periods, there were punctual discharges of effluents that altered the quality of the water at those points, probably caused by the existing agricultural activities in nearby regions. On the other hand, points 4 and 5, because they are located closer to the residences and the outfall, presented a greater change in water quality, especially with respect to total coliforms and *E.coli*, since these points receive a greater quantity and concentration of effluents from the activities carried out and by the use and occupation of the soil in the vicinity.

Keywords: Water quality. Population density. Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura e funcionamento do SINGREH.....	17
Figura 02 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica em estudo.....	29
Figura 03 - Localização da bacia em estudo.....	30
Figura 04 – Mapa de uso e ocupação do solo.....	31
Figura 05 – Mapa das atividades industriais e comerciais.	32
Figura 06 – Mapa da classificação do relevo.	33
Figura 07 - Mapa das curvas de nível da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires.	34
Figura 08 – Mapa dos tipos de solo do Rio Grande do Sul.....	35
Figura 09 – Pontos de coleta.....	36
Figura 10 – Ponto 3.	36
Figura 11 – Ponto 2.	36
Figura 12 – Ponto 1.	36
Figura 13 – Ponto 5.	37
Figura 14 – Ponto 4.	37
Figura 15 - Questionário socioeconômico da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.	40
Figura 16 - Questionário socioeconômico da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.	40
Figura 17 - Questionário socioeconômico da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.	40
Figura 18 - Precipitação (mm) do período de coleta e os dias de coleta destacados em vermelho.	45
Figura 19 - Dados de temperatura em °C e vazão em m ³ /s.....	46
Figura 20 - Dados de cor em u.C e vazão em m ² /s.....	48
Figura 21 - Dados de turbidez em NTU e vazão em m ² /s.	49
Figura 22 - – SS, SF e SV em mg/L e vazão em m ³ /s.....	50
Figura 23 - Dados de condutividade elétrica (CE) em µS/cm e vazão em m ² /s.....	52
Figura 24 - Dados de pH e vazão em m ² /s.....	53
Figura 25 - Dados de dureza (mg/L) e vazão em m ² /s.	54
Figura 26 - Dados de Cloreto, Nitrato e Fosfato (mg/L) e vazão em m ² /s.....	56
Figura 27 - Dados de OD (mg/L) e vazão (m ³ /s).....	57
Figura 28 - Dados de DBO em mg/L e vazão em m ³ /s.	58
Figura 29 - Dados de coliformes e E. Coli em NMP/100ml e vazão em m ³ /s.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classificação das águas doces do Brasil.	18
Tabela 02 - Características físicas na bacia em estudo.....	30
Tabela 03 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos.....	37
Tabela 04 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 1.....	62
Tabela 05 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 2.....	63
Tabela 06 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 3.....	64
Tabela 07 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 4.....	65
Tabela 08 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 5.....	66
Tabela 09 - Valores do R ² para cada parâmetro.	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Métodos adotados nas análises dos parâmetros das amostras.....	38
----------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO OBJETO DE ESTUDO	16
3.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	18
3.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	19
3.3.1 Parâmetros físicos	19
3.3.2 Parâmetros Químicos.....	22
3.3.3 Parâmetros Biológicos.....	24
3.3.4 Vazão	25
3.4 SANEAMENTO BÁSICO	25
3.5 DENSIDADE POPULACIONAL X QUALIDADE NA AGUA	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
4.1.1 Localização da área de estudo.....	28
4.1.2 Localização da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires.....	29
4.1.3 Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires	30
4.1.4 Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires .	31
4.1.5 Clima	33
4.1.6 Relevo	33
4.1.7 Solo.....	35
4.2 MONITORAMENTO.....	36
4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS	37
4.4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA CALCULAR A VAZÃO	38
4.5 QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS AO LAJEADO	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO	41
5.2 DADOS DE PRECIPITAÇÃO.....	45
5.3 PARÂMETROS FÍSICOS.....	46

5.4	PARÂMETROS QUÍMICOS.....	53
5.5	PARÂMETROS BIOLÓGICOS	60
5.6	RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE CADA PONTO DE COLETA.....	61
5.4.1	Ponto 1.....	67
5.4.2	Ponto 2.....	71
5.4.3	Ponto 3.....	74
5.4.4	Ponto 4.....	77
5.4.5	Ponto 5.....	80
5.5	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA AJUSTE DOS PARÂMETROS COM A VAZÃO.....	84
6	CONCLUSÃO	88
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – GRÁFICOS DO CÁLCULO DO R ² - COEFICIENTE DE AJUSTE DOS PARÂMETROS COM A VAZÃO.....	104

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é utilizada como unidade básica de gestão dos recursos hídricos e de planejamento ambiental. Conforme Schussel & Neto (2015), ao adotar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, obtém-se a delimitação fundamental para elaboração de planos e projetos para a conservação e preservação dos recursos hídricos.

Ressalta-se que a bacia hidrográfica envolve a integração dos aspectos físicos, sociais e econômicos. Assim, os componentes ambientais como as rochas, o relevo, os solos, a água, a vegetação e o clima, não podem ser analisados de forma isolada, sendo fundamental o reconhecimento de suas interfaces e de suas relações como meio para entender a dinâmica ambiental de forma a propor mecanismos de planejamento e gestão adequados (CARVALHO, 2014). Com a delimitação das bacias hidrográficas e o consequente conhecimento da proveniência de suas águas, é possível manter controle ambiental das águas, analisando quantidade, qualidade, previsão de cheias, escassez e poluição hídrica.

Uma das causas da degradação ambiental das bacias hidrográficas brasileiras é a deficiência dos serviços de saneamento básico (FERREIRA & GARCIA, 2017). Em consequência, a falta de saneamento básico causa impacto negativo na qualidade da água a ser consumida pela população, o que facilita a proliferação de doenças. Dessa forma, com a ausência dos serviços de saneamento, a população se obriga a construir fossas negras e sépticas dentro de seus terrenos para a deposição de efluentes, e frequentemente perfuram poços do tipo cacimba nas suas imediações, proporcionando contaminação às águas subterrâneas, especialmente os aquíferos rasos (freáticos), possibilitando consequências drásticas na saúde coletiva (SILVA, et al, 2014).

Nessa linha, a falta de saneamento básico também está relacionado à ocupações em áreas mais afastadas ou rurais de forma desordenada. O rápido crescimento da densidade populacional nas áreas urbanas, culminam na ocupação desordenada e indevida de áreas impróprias para construção de moradias de áreas impróprias para construção, bem como áreas localizadas em área de preservação permanente, sem saneamento básico, coleta de lixo e demais serviços públicos (SANTOS, et al. 2017).

Sabe-se que a região da área de estudo vem passando por um forte adensamento populacional, com o aumento do número de construções e alteração do uso do solo, o que leva a impermeabilização do solo e consequente aumento do escoamento superficial. Com a ausência de saneamento básico da região, ocorreu alteração na qualidade da água do Lajeado dos Pires, tornando-se um problema para os moradores das proximidades.

Devido ao inchaço populacional nas áreas urbanas, tornou-se necessária a ocupação desordenada de áreas mais afastadas, provocando o processo de urbanização. Esta ocupação desordenada da população é uma das principais responsáveis pela redução da quantidade e de qualidade da água em todo país, e consequentemente, da qualidade ambiental das cidades, sendo este, o reflexo dos processos de urbanização (MESQUITA, et al., 2017). Estudos realizados por Seto et al., (2011) relatam que a urbanização é a forma mais irreversível de impacto sobre o uso do solo, resultando em modificações nas mudanças na cobertura do solo, sistemas hidrológicos, biogeoquímicos, clima e biodiversidade. Ainda, destaca, que o avanço do processo de urbanização de forma desordenada, provoca a degradação das áreas de preservação permanente, com a implantação de loteamento irregulares incompatíveis com o suporte da região.

Ressalta-se que o Lajeado dos Pires é um dos afluentes da Barragem DNOS, localizada em Santa Maria/RS, que é responsável por 40% da água tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). Assim, o desenvolvimento desse estudo contribuirá para a redução econômica de tratamento da água bruta. Além disso, contribuirá para a comunidade do entorno do Lajeado dos Pires no sentido de que, após os resultados das análises de água, será possível verificar quais pontos de maior contaminação do Lajeado e posteriormente analisar a influência da densidade populacional e do uso e ocupação do solo na qualidade da água realizada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência da densidade populacional, principalmente quanto ao uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudo do Uso e Ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires;
2. Determinar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água do Lajeado dos Pires;
3. Identificar os pontos de maior contaminação e/ou poluição do Lajeado;
4. Relacionar a qualidade da água com a densidade populacional.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO OBJETO DE ESTUDO

O rápido crescimento do desenvolvimento global provoca degradação do meio ambiente em especial, dos recursos hídricos, os quais são limitados e desempenham papel importante no desenvolvimento econômico e social (PEREIRA, 2020). Sabe-se que a falta de integração sócio-ambiental pode causar impactos ao meio ambiente como: contaminação dos mananciais superficiais, da água subterrânea, impermeabilização do solo, como também aumento das áreas degradadas. Esses impactos têm acarretado para a sociedade a falta de água de boa qualidade e na quantidade necessária, doenças, inundações, contaminações, impactos econômicos, sociais e ambientais (TUCCI et al., 2019). Assim, para minimizar tais impactos é necessário o desenvolvimento da gestão das águas, de forma a permitir o conhecimento da disponibilidade da demanda dos recursos hídricos, servindo como instrumento para definir as medidas aplicáveis para conservação da água e, conseqüentemente, do meio ambiente.

A gestão dos recursos hídricos representa a utilização e a organização democrática das águas. Além disso, a gestão das águas pode ser definida como uma atividade focada na formulação de sistemas gerenciais e na formação de resoluções, visando a promoção do uso consciente, controle e proteção da água por meio de planejamentos (SEMAD, 2008; BERNARDI, et al. 2012). Para efetividade da gestão, é necessário conhecer a bacia hidrográfica e suas características morfológicas para distribuir os recursos hídricos de forma responsável e igualitária.

Para melhor gestão, planos e projetos de conservação dos recursos hídricos, a bacia hidrográfica é adotada como unidade para tal planejamento. Conforme Schussel & Neto (2015), a bacia hidrográfica adotada como unidade de planejamento facilita a integração das questões ambientais e antrópicas em um recorte territorial adequado, contribuindo para superação da visão setorializada, ainda persistente na gestão pública. Sendo assim, no ano de 1997 a Lei nº 9433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH (BRASIL,1997). A seguir, a Figura 01 mostra didaticamente o funcionamento interno do SINGREH.

Figura 01 - Estrutura e funcionamento do SINGREH.



Fonte: ANA - Agência Nacional das Águas (2012).

É perceptível a gama de benefícios da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental. Os estudos nas bacias hidrográficas buscam organizar os conhecimentos sobre a natureza e sua estrutura, os elementos que a compõe, a maneira pela qual uns influenciam os demais, o papel de cada um deles na dinâmica geral da unidade ambiental e como a sociedade os modifica, criando novas estruturas e dinâmicas ambientais na organização espacial do território (SOUZA & CORRÊA, 2013). Portanto, conclui-se que para estudar a bacia hidrográfica é necessário compreender os aspectos ambientais nela inseridos, afetando todos os outros elementos participantes do sistema. Segundo Schussel & Neto (2015), o diagnóstico só será consistente quando a análise das partes isoladas for acrescida da análise das inter-relações, compreendendo assim a análise holística da bacia.

Sabe-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica é em função da morfologia do tipo de cobertura vegetal. As bacias hidrográficas são caracterizadas pelas suas características fisiográficas, tipo de solo, geomorfologia, geologia, clima, tipologias de uso e ocupação, cobertura vegetal, regime fluviométrico e pluviométrico e outros fatores que poderão contribuir para a disponibilidade hídrica numa bacia, que é o principal aspecto de uma bacia hidrográfica (SILVA, et al., 2016). Ainda, Laszlo & Rocha (2014) relatam que o conhecimento das características de uma bacia é um dos

métodos mais utilizados para análise hidrológica e ambiental, implicando em compreender os fatores relacionados com a dinâmica ambiental na área delimitada.

3.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

As condições ambientais da bacia hidrográfica são refletidas pela qualidade da água desta bacia. Conforme Souza & Gastaldini (2014), o conhecimento das características da qualidade da água auxilia na compreensão ecológica do ecossistema permitindo detectar alterações provenientes da atividade humana. Para conhecimento das características de qualidade da água de uma bacia hidrográfica, é necessária a realização do monitoramento ambiental, ou seja, a determinação dos aspectos físico, químicos e biológicos da água que, por sua vez, permitem o diagnóstico das mudanças por ações antrópicas ou naturais, no uso e na ocupação do recurso (QUEIROZ, et al 2010).

Os padrões de qualidade das águas são determinados na Resolução do CONAMA n.357 de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Os padrões de qualidade da água são estabelecidos por limites individuais para cada substância de classe, sendo que as águas doces, salobras e salinas do território brasileiro são classificadas conforme a qualidade requerida para o uso, em classes diferentes de qualidade. Na Tabela 01 estão dispostas as classes de enquadramento para água doce, que é o caso da presente pesquisa.

Tabela 01 - Classificação das águas doces do Brasil.

Uso	Classe
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; - À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. 	Especial
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; 	1

- Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; - Proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; - Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; - Aqüicultura e à atividade de pesca.	2
- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; - Pesca amadora; - Recreação de contato secundário; - Dessedentação de animais.	3
- Navegação; - Harmonia paisagística.	4

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

Observa-se que além da classe especial as águas doces são classificadas em quatro classes dependendo da análise dos parâmetros de qualidade da água. Os padrões de qualidade da água variam conforme o uso e destinação, podendo ser para consumo humano, irrigação, transporte, balneabilidade e manutenção da vida aquática. Essas destinações implicam na classificação constante da Tabela 01, cujo enquadramento da água nas classes requer conhecimento das condições físicas, químicas e biológicas dessa água (SOUZA, et al., 2014), de forma a manifestar o quanto os ecossistemas aquáticos estão sendo afetados. Para Vasco, et al. (2010), a seleção dos parâmetros a serem analisados varia conforme o interesse do estudo e também depende da finalidade do corpo hídrico e as fontes poluidoras.

3.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

3.3.1 Parâmetros físicos

Dessa forma, os parâmetros físicos de qualidade da água analisados na presente pesquisa, foram a temperatura, turbidez, cor, condutividade elétrica, sólidos totais suspensos, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis.

A **temperatura** é o parâmetro físico da água com papel imprescindível no meio aquático, condicionando a influência das variáveis físico-químicas (CETESB, 2018; MARQUES, 2018). O parâmetro citado possui duas origens quando é relacionado como parâmetro de qualidade da água. A primeira é de origem natural, relacionada à

transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo. A segunda, de origem antropogênica, está relacionada com as águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2006; GLORIA, 2018).

Conforme Marques (2018), a temperatura pode variar conforme a localização (altitude e longitude), época do ano, movimento da água, profundidade e ainda, poluição (despejos industriais e domésticos). As elevações de temperatura aumentam as taxas de reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam as taxas de transferência dos mesmos, ocasionando odores desagradáveis (VON SPERLING, 2005).

A **turbidez** é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, conferindo aparência turva. A turbidez consiste no grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao travessar uma amostra de água devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. (CETESB, 2019).

A presença da turbidez nos cursos d'água naturais gera a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água. Sendo assim, essa redução provoca a diminuição da ação da fotossíntese das plantas enraizadas e influencia diretamente nas características do ecossistema do local. Quando sedimentadas, as partículas em suspensão formam bancos de lodo em que a digestão anaeróbia leva à formação de gases metano e carbônico, além de nitrogênio gasoso e do gás sulfídrico, que é malcheiroso (MARQUES et al., 2007).

O parâmetro **cor** consiste na presença de substâncias em solução, na maioria das vezes orgânica, na água (SOUZA, 2008). A cor da água é causada por fatores com a presença de substâncias em solução, provenientes da decomposição que ocorrem no meio ambiente, de alguns íons metálicos como ferro e manganês, do plâncton, macrófitas, dos lançamentos de esgotos industriais e domésticos e de material em suspensão presente na água. Essa coloração é denominada aparente devido às águas superficiais estarem mais sujeitas a aparentarem cor do que as águas subterrâneas (LIMA, 2001; CETESB, 2018; BRASIL, 2014; MARQUES 2018).

A **condutividade elétrica (CE)** é o parâmetro de qualidade da água que representa a expressão numérica da capacidade da água em conduzir corrente elétrica (CORRÊA, 2014). Ou ainda, o referido parâmetro consiste na capacidade da água

transmitir a corrente elétrica em função das substâncias dissolvidas em ânions e proporcional à concentração iônica (CÂMARA, 2011). Portanto, a CE depende da composição iônica das águas naturais, sofrendo influência pelo volume das chuvas (TREVILATO, 2016).

Os autores Alves (2009), Esteves (2011) e Trevilato (2016) relatam que com o volume menor de chuva juntamente com a presença de rochas magmáticas na bacia, a composição da água é determinada por produtos de intemperismo das rochas. Já, com alto volume de chuvas com rochas sedimentares, a composição iônica da água é determinada pela composição das rochas. Além disso, a condutividade elétrica pode estar relacionada com atividades antrópicas, consideradas como o descarte de efluentes de áreas residenciais urbanas, de águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas, efluentes industriais e assim, ocasionando altos teores de íons dissolvidos e acúmulo de sais (CÂMARA, 2011).

Os **sólidos** são classificados conforme o tamanho, as características químicas e a decantabilidade, podendo ser: sólidos em suspensão, dissolvidos voláteis, fixos, em suspensão sedimentável e não sedimentável (GLORIA, 2018). Os processos erosivos, dissolução de sais inorgânicos, presença de organismos e detritos orgânicos da água podem explicar a presença dos sólidos em água. Ainda, os processos podem ser de forma artificial sob ação antrópica, bem como lançamento de resíduos sólidos ou líquidos na água, como o esgoto (WHO, 2011; VICENTE, 2018).

Conforme Menezes (2017), analisar o referido parâmetro é considerável para avaliação do potencial de reuso da água residuária e para selecionar os tipos adequados para o tratamento do esgoto. Sabe-se que os **sólidos em suspensão** presentes na água podem formar depósitos de lodo e condições anaeróbias quando são lançados sem tratamento (METCALF & EDDY 2003; MENEZES, 2017). Além disso, os sólidos em suspensão podem causar o assoreamento dos corpos d'água, sendo que o material que é carregado e que provoca este tipo de processo é influenciado diretamente pelos usos do solo em uma bacia hidrográfica, pelo desmatamento e pelo grau de cobertura vegetal (TUNDISI & TUNDISI 2008; GUIMARÃES, 2019).

Enquanto os sólidos **fixos** representam o material inorgânico, bem como, o teor dos sólidos minerais, os sólidos **voláteis** indicam a estimativa da matéria orgânica presente no resíduo (NAGALLI; NEMES 2009). A determinação desses dois

parâmetros não permite diferenciar com exatidão entre matéria orgânica e inorgânica, pois a perda por ignição não envolve apenas a matéria orgânica, podendo ser em razão da decomposição ou volatilização de sais minerais (VASCONSELOS, 2012). Por fim, apesar de ser uma estimativa de valores, a determinação dos sólidos fixos e voláteis são importantes para análise de qualidade da água porque indicam a elevação da turbidez a ponto de reduzir drasticamente a entrada de luz, acelerar o processo de assoreamento e aumentar a salinização do corpo hídrico e ainda, estimar a quantidade de microorganismos presentes na água (DUARTE, 1999).

3.3.2 Parâmetros Químicos

Os parâmetros químicos de qualidade da água referentes à pH, dureza, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, cloreto, fosfato e nitrato foram os utilizados na presente pesquisa.

O potencial hidrogeniônico (**pH**) expressa a intensidade da condição ácida ou básica de uma amostra, e ainda, a concentração de íon hidrogênio (CÂMARA, 2011; SILVA, et al., 2016). O valor do pH da água pode variar de 1 a 14, determinando o caráter ácido da água, ou seja, valores abaixo de 6 apresenta-se como ácido.

O pH é considerado como parâmetro químico importante na análise de qualidade da água porque influi na distribuição de formas livre e ionizada de compostos químicos, contribuindo para maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e ainda, decide o potencial de toxicidade dos elementos. As alterações do pH podem ter origem natural, como a dissolução de rochas e o processo de fotossíntese, ou ação antrópica, como despejos de efluentes domésticos e industriais (NOGUEIRA, et al., 2015).

O parâmetro **dureza** indica a quantidade de cátions multimetálicos em solução na água, bem como o cálcio e o magnésio (PIRATOBA, et al., 2017). A dureza é influenciada pela geologia da bacia hidrográfica e pelas atividades antrópicas. A exemplo tem-se a dissolução de minerais contendo o cálcio e o magnésio, isso é, presença de rochas calcárias e despejos industriais (UNEP, 2008; VON SPERLING, 2007; PIRATOBA, et al, 2017).

Ainda, o referido parâmetro é caracterizado pela extinção da espuma formada pelo sabão, que são transformados em complexos insolúveis (MARQUES, 2018). A dureza permite classificar as águas em mole (0 a 75 mg/L); moderadamente dura (75 a 150 mg/L); dura (150 a 300 mg/L) e muito dura (acima de 300 mg/L) (SAWYER et al., 2000; MARQUES, 2018).

O impacto mais negativo da poluição orgânica nos cursos d'água é a redução dos níveis de **Oxigênio Dissolvido** (CURBANI, 2016). Esse fator de poluição por matéria orgânica é de fato delicado, pois altera a dinâmica do ecossistema e é proveniente de despejos de esgotos nos rios e o consequente processo de eutrofização. Sabe-se que os problemas de eutrofização na água estão ligados com a redução da quantidade de oxigênio dissolvido, pois influencia a mortalidade das espécies aquáticas, gerando toxinas e provocando alteração o pH da água e da biodiversidade (GUACA, 2021).

A **Demanda Bioquímica de Oxigênio** (DBO) é utilizada como um parâmetro indicador da qualidade orgânica ou do grau de poluição orgânica da água. Um valor de DBO mais alto indica pior qualidade da água e vice-versa, pois a população microbiana aumenta conforme a quantidade de alimento disponível. Neste caso, peixes e outras formas de vida aquática não sobreviveriam em um ambiente sem oxigênio devido ao maior consumo taxa de oxigênio dissolvido (OD) por ação microbiana, em comparação com a taxa de dissolução do oxigênio atmosférico na água (LOKMAN, et al 2020).

Então, pôde-se entender que a DBO representa a medida da quantidade de oxigênio removido de ambientes aquáticos por microrganismos aeróbios à medida que decompõem a matéria orgânica. Portanto, o aumento do DBO pode ser atribuído ao aumento na quantidade de resíduos orgânicos despejados no curso d'água e na sua região, o que eleva a demanda por oxigênio (CHATANGA, et al., 2019).

A presença de altas concentrações de **cloretos** pode ser atribuída ao sabor salgado da água (SILVA, 2011). A presença do cloreto na água é proveniente de fontes naturais, esgotos, indústrias, efluentes contendo sal de descongelamento e intrusão salina (KLAMT, et al. 2020). Quanto maior a concentração de cloreto, maiores as taxas de corrosão de metal no sistema de distribuição da água, provocando mudança do sabor/odor.

O **fosfato** é um dos indicadores de intervenção antrópica nos recursos naturais. Segundo Zhu & Ma (2020), quantidades significativas de fosfato são liberadas durante

os processos antropogênicos, como atividades de mineração, aplicação de fertilizante, pecuária, consumo humano e despejos de esgotos domésticos e industriais. Além disso, o fosfato é fundamental para o controle de taxas de crescimento de algas e cianobactérias, sendo considerado o principal responsável pela eutrofização artificial nas águas (ARRUDA, et al., 2015).

A concentração de **nitrato** é um dos poluentes que mais afetam os aquíferos em todo o mundo (TEDESCO, OLIVEIRA, TROJAN, 2021). Esse parâmetro representa um importante indicador de contaminação antropogênica, devido à sua persistência e alta mobilidade, podendo atingir extensas áreas e permanecer dissolvido nas águas por várias décadas (SHAKERKHATIBI et al., 2019). O nitrato, assim como amônio e fosfatos são os íons considerados como lixiviados de irrigação mais problemáticos (MUELLER et al., 1995; ALVAREZ, et al. 2019) devido ao seu efeito em águas superficiais e impacto na saúde pública (AGEGNEHU et al., 2017; ALVAREZ, et al. 2019).

3.3.3 Parâmetros Biológicos

Os parâmetros biológicos de qualidade da água analisados na presente pesquisa referem-se aos Coliformes totais e *Escherichia Coli*.

Os **coliformes totais** presentes no intestino e fezes de animais homeotérmicos são representados por *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (BETTEGA et al., 2006; FERNANDES, 2015). A presença dos coliformes e da *Escherichia coli* nos recursos hídricos possuem diversas fontes, entre elas, as atividades agrícolas. A prática da produção animal intensiva é considerada a maior fonte de poluição fecal em água superficiais e subterrâneas (PARVEEN et al., 2005.; SCHNEIDER, 2009).

Os coliformes são considerados um dos mais importantes parâmetros para avaliação da poluição de origem fecal no ambiente sendo constituídos pela bactéria ***Escherichia coli***, considerada o indicador de poluição mais adequado (CETESB, 2015; BATISTA & HARARI, 2017). Conforme Gurgel, et al. (2020), a bactéria *Escherichia coli* refere-se a um parâmetro com função importante de monitorização e vigilância, pois

a água que é destinada ao consumo humano não pode ter a presença de microrganismos indicadores de contaminação fecal.

Ressalta-se que a resolução do CONAMA 430/11 que trata da classificação de corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, utiliza os coliformes como microrganismos padrão de qualidade e permite a sua substituição pela *Escherichia Coli* (BRASIL, 2011.; LESCREECK, et al., 2016).

3.3.4 Vazão

Sabe-se que apenas análises das concentrações de parâmetros da água não retratam de forma segura a qualidade da água de determinado curso d'água, uma vez que não leva em consideração a variação da vazão (ANDERSON et al., 2010; BARBOSA et al., 2013; PINTO, 2016). Pois os valores das variáveis de qualidade da água não fornecem informações suficientes para identificação de fontes de poluição e potenciais estratégias de gestão para restauração (PINTO, 2016).

O parâmetro vazão consiste no volume de líquido que atravessa determinada seção na unidade de tempo (BARRETO, 2013). Este parâmetro é importante na análise da qualidade da água porque, conforme Camara (2003), os outros parâmetros de qualidade da água são dependentes da vazão, pois quando a vazão diminui as concentrações aumentam. Dito isso, observa-se que em períodos chuvosos, a vazão aumenta juntamente com o escoamento superficial, facilitando o carreamento de substâncias (FIA, et al., 2015). Estudos realizados por Fritzsos, et al., 2003, quando ocorre alteração na vazão, acarreta o aumento dos processos erosivos que, consequentemente, aumentam a turbidez, a cor e o teor de matéria orgânica na qualidade da água.

3.4 SANEAMENTO BÁSICO

O acesso à água potável e ao saneamento básico são reconhecidos como direito humano (ONU, 2010). Esse reconhecimento elevou o nível de cobrança internacional

relacionadas às políticas públicas de saneamento básico para todos os países, em especial para os mais empobrecidos (REIS & JÚNIOR, 2019).

No Brasil, o índice de esgoto coletado que recebe tratamento corresponde à 70,9%, o que representa 40,8% de todo o esgoto gerado no país (SNIS, 2014). O Brasil, em relação ao ciclo de crescimento econômico razoável na última década, obteve pouco avanço na questão da coleta (menos de 50% a nível nacional) e do tratamento de esgoto doméstico (30% no âmbito geral e a aproximadamente 40% nas zonas metropolitanas), concretizando assim o atraso de décadas do direcionamento do investimento, focado somente à distribuição de água (SPILKI, 2015). Este cenário torna-se preocupante porque o lançamento inadequado do esgoto doméstico, pode alterar a qualidade dos recursos hídricos e ameaçar os ecossistemas (ANA, 2010).

Conforme Spilki (2015), uma das causas da contaminação dos mananciais hídricos, é a falta da rede de esgoto que pode contaminar o lençol freático e aumentar as doenças transmitidas pela água. Segundos dados do IBGE de 2011, aproximadamente 90% da população urbana das principais cidades brasileiras já tem acesso à água potável, porém apenas 60% das residências possuem rede coletora de esgoto. Ainda, sabe-se que essa ausência das redes de coleta se concentram nas periferias das cidades, pois a maior parte dos problemas sanitários ambientais estão diretamente ligados à desigualdade social e consequentes registros de doenças (MOTA, et al., 2015).

Em regiões rurais e das periferias, é comum a exploração das águas subterrâneas devido à insuficiência dos serviços de saneamento, comprometendo assim a qualidade deste recurso. Existem muitos fatores que contribuem nesse comprometimento da qualidade da água subterrânea. Segundo SILVA, et al. (2014), o destino final inadequado do esgoto doméstico influencia na contaminação da água subterrânea por meio de bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas. Sendo assim, a falta de tratamento de esgoto ocasiona diversas doenças denominadas doenças feco-orais, que têm como marco principal as doenças diarreicas (COSTA & GUILHOTO 2014).

3.5 DENSIDADE POPULACIONAL X QUALIDADE NA AGUA

A demanda da utilização da água doce aumenta conforme aumenta o crescimento populacional, consumo desequilibrado da água na agricultura, na indústria e nos domicílios (PEIXOTO, et al. 2016). Além disso, fatores como ausência ou precariedade de saneamento básico ou outras atividades que possam causar um impacto negativo para o meio ambiente também podem influenciar na qualidade da água. Pois autores relatam que as áreas urbanas e agrícolas têm significativo potencial de degradação de cursos d'água, e este potencial aumenta em regiões onde possui baixo grau de saneamento e mitigação de agentes causadores de impacto ambiental. Atividades nessas regiões alteram a qualidade da água pela adição de nutrientes, matéria orgânica e contaminantes (CARVALHO et al., 2015; PASSIG et al., 2015; QUEIROZ, SILVA e PAIVA, 2017).

As atividades que envolvem urbanização podem destruir habitats de espécies nativas e conseqüentemente atingir os recursos hídricos. As mudanças no ecossistema dos cursos d'água modificam-se devido às mudanças ambientais causadas pelo uso da terra, como a expansão urbana, represamento, substituição da vegetação nativa por culturas ou pecuária, introdução de espécies exóticas e descargo de efluentes (FERREIRA, SOLÓRZANO e SUÁREZ, 2021).

A atividade de substituição de vegetação pode provocar mudanças no trajeto da água pluvial escoada em relação ao seu ciclo natural (BEGA, OLIVEIRA e ALBERTIN, 2021). Logo, essas mudanças podem colocar a vida das pessoas em risco com a ocorrência de eventos hidrológicos extremo bem como inundações, enchentes e alagamento de galerias pluviais (LIU et al., 2015; BEGA, et al., 2021).

Contudo, pode-se observar que as áreas mais afastadas, ou seja, as zonas rurais estão sendo cada vez mais ocupadas, sendo considerada como urbanização do campo. Pois, conforme relata Ferro (2008), o desenvolvimento do capitalismo e a modernização da agricultura são um dos responsáveis pela urbanização campo. Pois a modernização das atividades agrícolas acarretou no desenvolvimento de ocupação com fins urbanos na zona rural, provocando crescente conversão de terras rurais em urbanas, por meio da lógica que não promove a inclusão social e a sustentabilidade do ambiente (SANTORO, 2004; ALBUQUERQUE e ALBUQUERQUE, 2017).

Nesse cenário de urbanização das áreas rurais, tem-se como exemplo o município de Santa Maria/RS em que a área do presente estudo está inserida. Segundo o IBGE (2010), a cidade de Santa Maria tem apenas 4,9% em área rural, e isso é consequência do processo de crescimento da cidade, construções de loteamentos, condomínios e entre outros. O estado do Rio Grande do Sul é um exemplo dessa conversão de terras rurais em terras urbanas, pois é notável a presença de empreendimentos do tipo ‘condomínio fechado’ e de loteamentos irregulares localizados fora do perímetro urbano (ZAMPIERI e BALESTRO, 2020).

Para o município de Santa Maria, essa expansão do perímetro urbano provoca impactos negativos para o meio ambiente. A maioria dos arroios do referido município encontram-se canalizados e o restante possuem em suas margens residências, que lançam efluentes domésticos e resíduos sólidos in natura para os corpos d’água comprometendo a qualidade das águas (CARVALHO JUNIOR, 2011; SOUZA e GASTALDINI 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

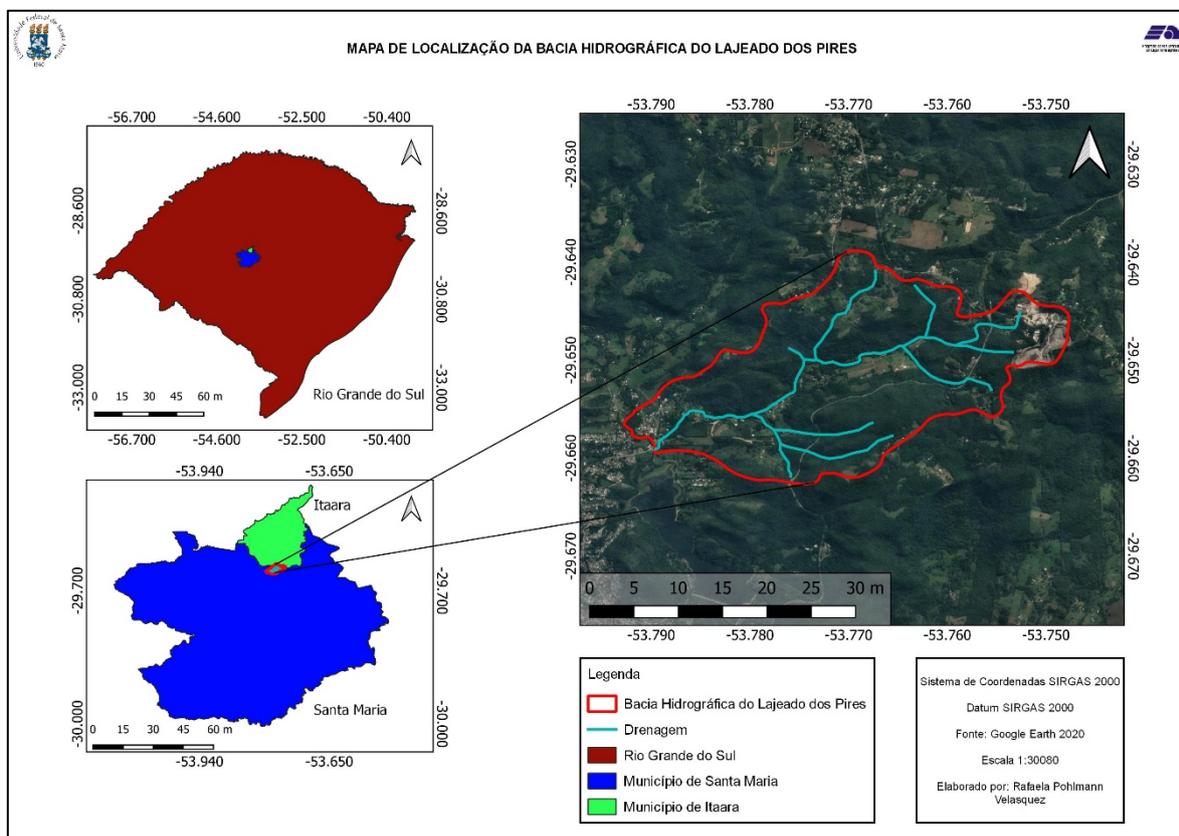
A área utilizada foi a bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires, localizada entre os municípios de Santa Maria e Itaara – RS. Primeiramente, foram escolhidos os pontos de coleta de água, sendo três deles um pouco afastados da população e localizados nos cursos ‘água de primeira e segunda ordem e os outros dois mais próximo à população. Essa escolha tem como função a análise da forma como a densidade populacional e as atividades antrópicas puderem influenciar na qualidade da água do Lajeado dos Pires. Sendo assim, foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas para observar essa influência.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização da área de estudo

A área objeto de estudo situa-se no Lajeado dos Pires, localizado no bairro Campestre do Menino Deus entre as cidades de Santa Maria e Itaara, Estado do Rio Grande do Sul, conforme mostra a Figura 02.

Figura 02 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica em estudo

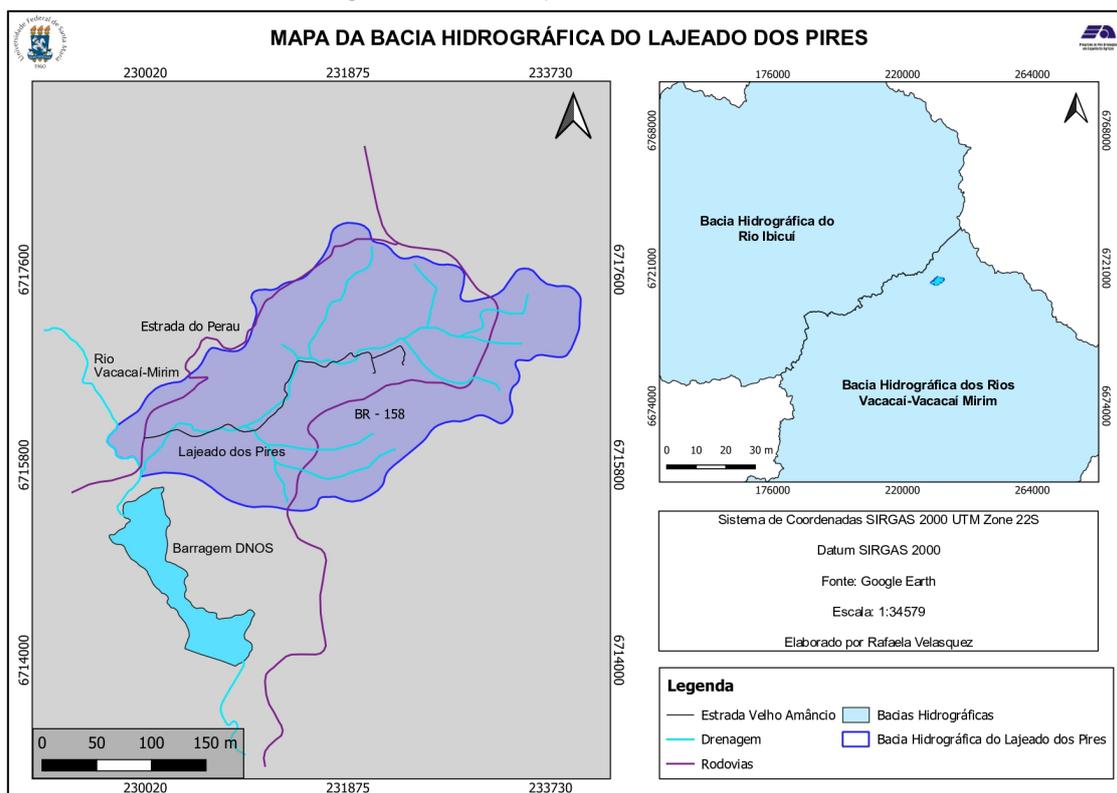


Fonte: Da autora (2022).

4.1.2 Localização da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires

A área de contribuição da referida bacia é de aproximadamente 571 hectares, fica localizada próxima à Estrada do Perau e à BR 158 (Figura 03). A bacia objeto de estudo se enquadra na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim e deságua na barragem do DNOS de onde é retirada parte da água que abastece os municípios de Santa Maria e Itaara.

Figura 03 - Localização da bacia em estudo.



Fonte: Da autora (2022).

4.1.3 Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires

Conforme estudo realizado por TEIXEIRA (2015), as características físicas da bacia hidrográfica objeto de estudo estão dispostas na Tabela 02.

Tabela 02 - Características físicas na bacia em estudo.

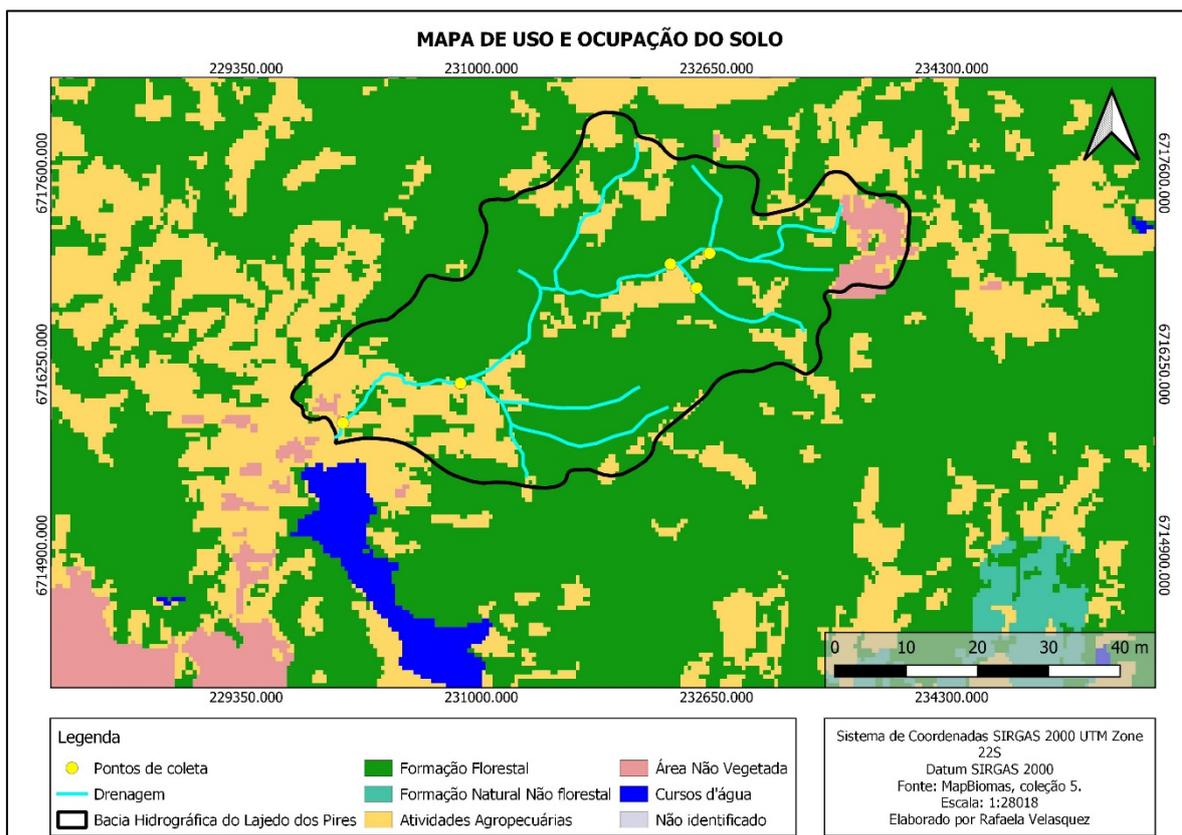
Características físicas	Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires
Área (Km ²)	5,71
Perímetro (Km)	4,44
Declividade média (%)	28,92
Comprimento de rampa (Km)	0,188
Comprimento do rio principal (Km)	3,87
Fator de forma (Kf)	0,335
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,87
Tempo de concentração (min.)	54

Fonte: BELLINASSO (2002), PARANHOS (2003); TEIXEIRA (2015).

4.1.4 Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires

No intuito de compreender a dinâmica de uso e ocupação do solo da região da área em estudo, foi realizado o mapa de Uso e Ocupação do Solo da área da bacia de contribuição do Lajeado dos Pires e dos pontos de coleta, conforme Figura 04.

Figura 04 – Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Da autora (2022).

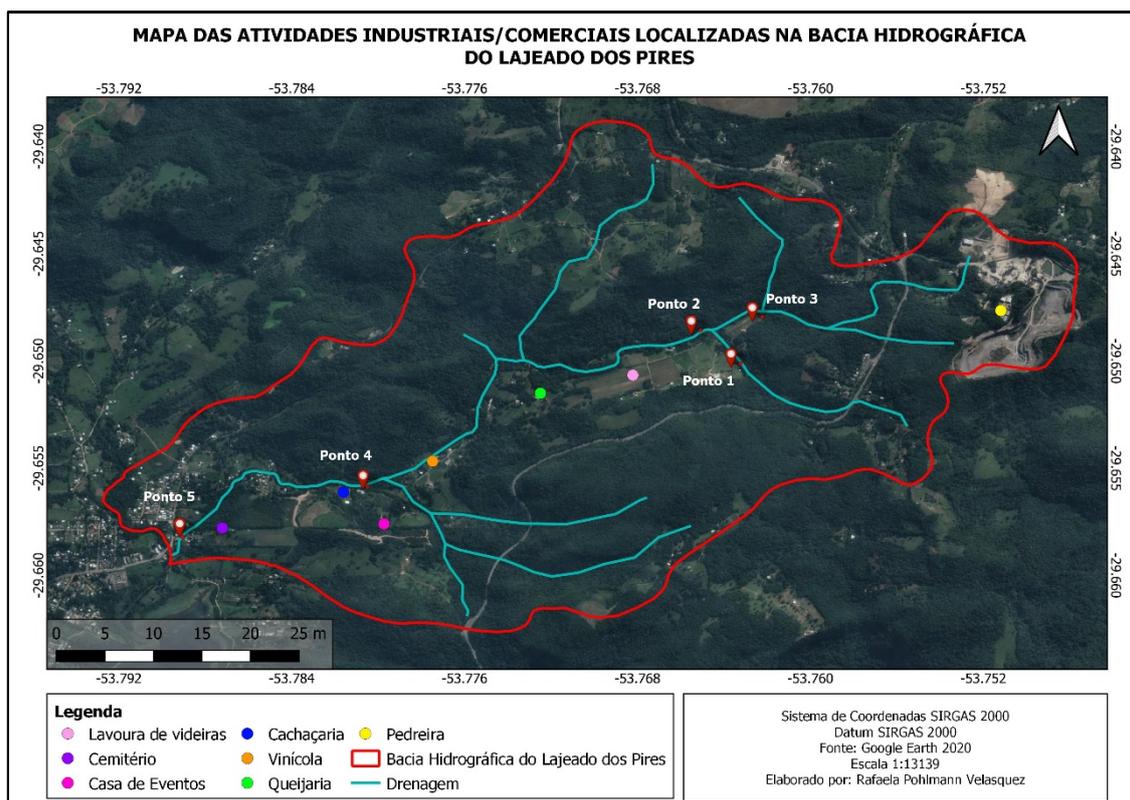
Destaca-se a presença da atividade agropecuária nas proximidades do recurso hídrico em estudo, sendo que a presença da pecuária em áreas vegetadas e próximas aos cursos d'água podem causar erosão hídrica, pois o pisoteio de animais formam trilhos deixando a superfície do solo desprotegida e facilitando o escoamento superficial (VELASQUEZ & RIGHES, 2019).

Nessa linha, foi possível observar que o uso predominante na área é de formação florestal e posteriormente, a atividade de agropecuária. Nota-se então, que a vegetação, no geral, é preservada, porém a presença da agropecuária torna-se um problema para a qualidade da água devido ao despejo de efluentes industriais (agrotóxicos) e a presença

de coliformes totais (pecuária). Como as atividades agrícola e pecuária tendem a aumentar ao longo do tempo, de igual forma, a cobertura vegetal ficará precária.

Ademais, foi realizado um mapa das atividades industriais/comerciais que são exercidas dentro do limite da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires, conforme mostra Figura 05.

Figura 05 – Mapa das atividades industriais.



Fonte: Da autora (2022).

Com isso, observa-se que na área da bacia possuem atividades industriais e comerciais que produzem efluentes com potencial de contaminação. Sendo assim, é possível afirmar que se essas empresas não possuem licenciamento ambiental para exercer suas atividades e não possuem correto manejo dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pelas suas respectivas atividades, podem causar danos ambientais graves para os recursos hídricos próximos.

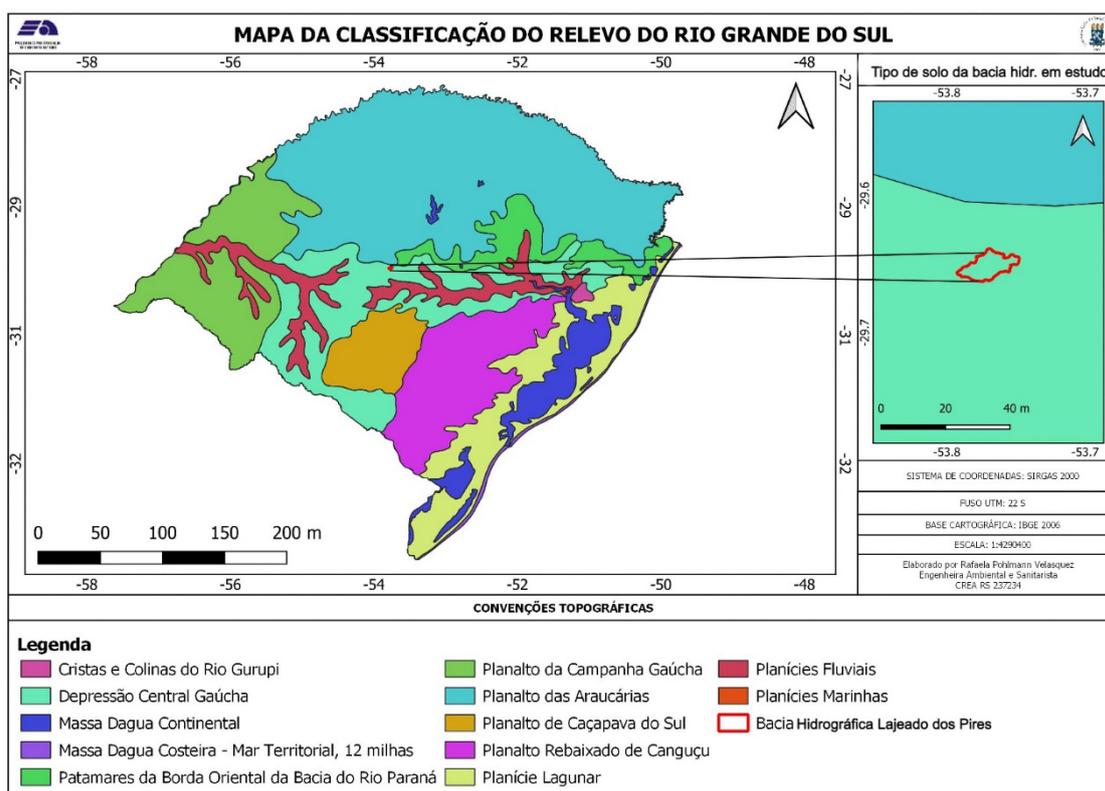
4.1.5 Clima

O clima da região de estudo é classificado, segundo KOPPEN como Cfa, subtropical úmido sem secas (KUINCHTNER & BURIOL, 2001). Este clima, consiste em clima temperado chuvoso e quente, nenhuma estação seca com verão quente e mês mais quente com temperatura média maior que 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C.

4.1.6 Relevo

O relevo da área da bacia de contribuição é a Depressão Central Gaúcha (IBGE 2006), conforme mostra a Figura 06.

Figura 06 – Mapa da classificação do relevo.



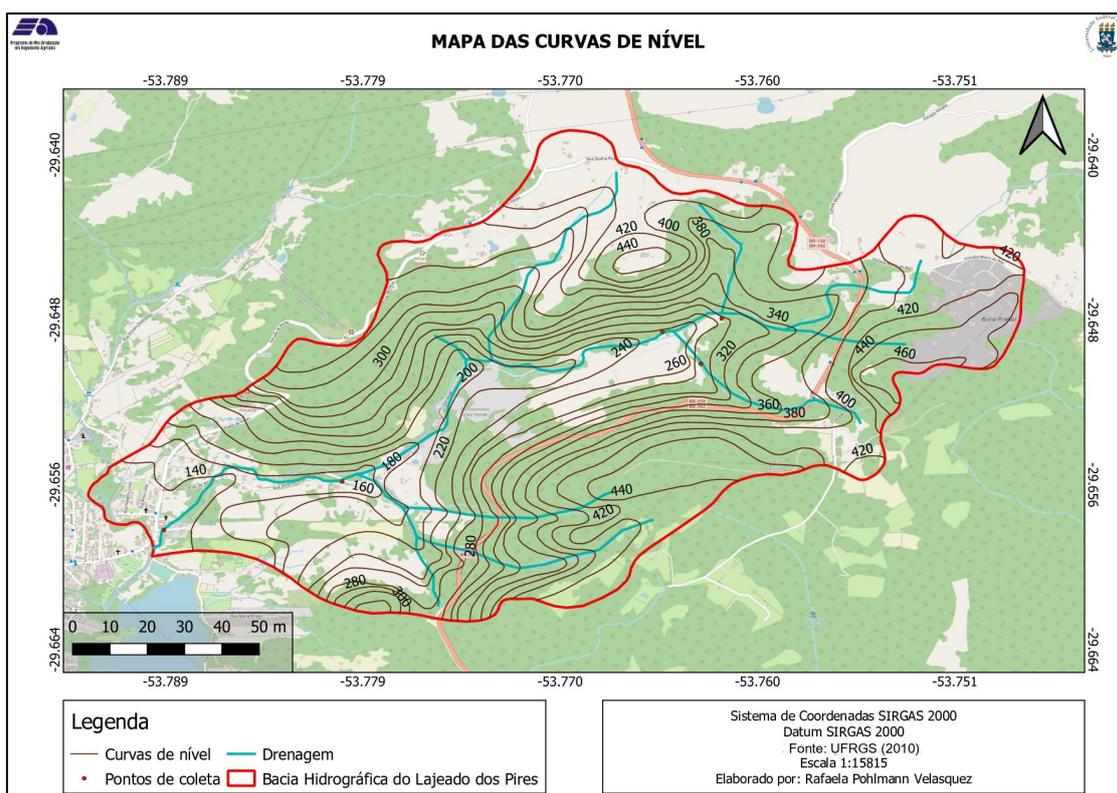
Fonte: Da autora (2022).

Foi possível observar que relevo de Depressão Central se estende de leste a oeste do Estado. As altitudes deste tipo de relevo variam de 40 a 200 metros e é caracterizado pela ocorrência de amplas planícies aluviais e coxilhas sedimentares com declividades

suave ondulada e ondulada (REINERT, et al., 2007). Ainda, apresentam níveis topográficos provenientes da ruptura de declive, os morros testemunhos e as formas que foram esculpidas pelos processos erosivos e movimentos de massa, como as ravinas, sulcos e voçorocas (COSTA, 2021).

Ainda, a Figura 07 tem-se o mapa das curvas de nível, em que mostra as cotas do terreno de toda a bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.

Figura 07 - Mapa das curvas de nível da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Pires.



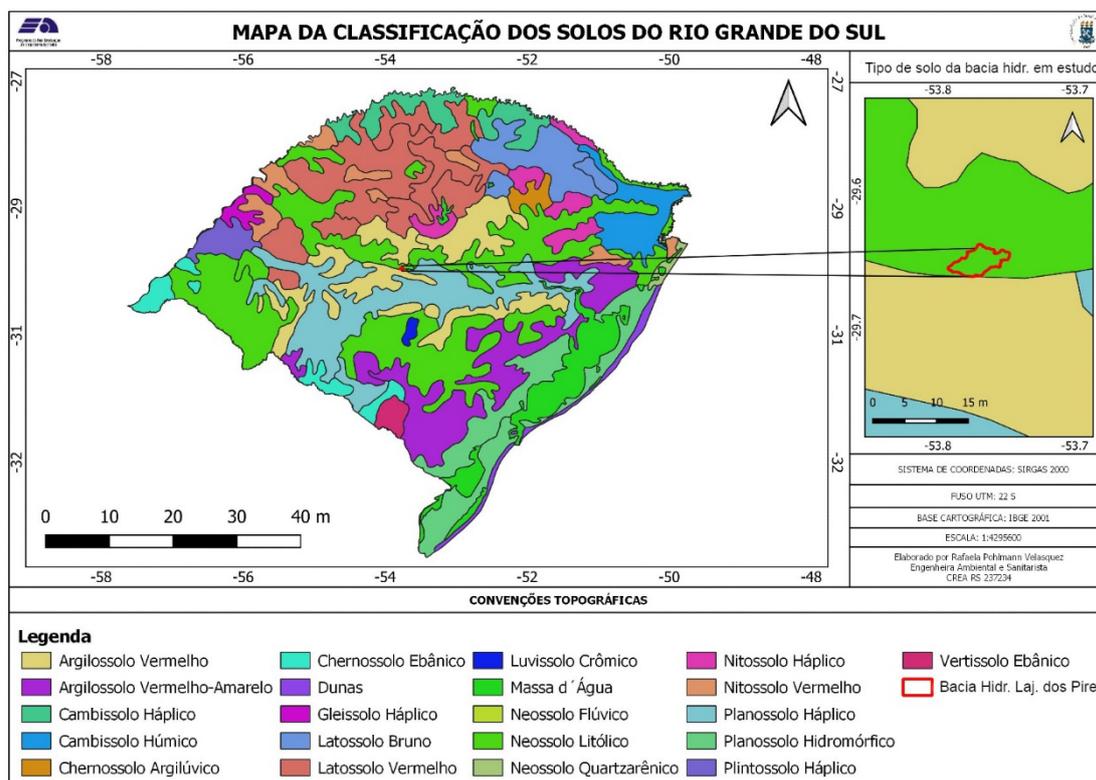
Fonte: Da autora (2022).

Logo, pode-se observar que os pontos 1 e 2 possuem cota de 300 metros, o ponto 3 de 320 metros, o ponto 4 de 160 metros e o ponto 5 de 140 metros. Contudo, a diferença de cota entre o ponto mais alto e o mais baixo é de 180 metros, indicando assim que a bacia hidrográfica possui significativa declividade, influenciando na velocidade do fluxo de água do Lajeado.

4.1.7 Solo

O tipo de solo da bacia em estudo é Neossolo Litólico (IBGE 2006), conforme mostra a Figura 08.

Figura 08 – Mapa dos tipos de solo do Rio Grande do Sul.



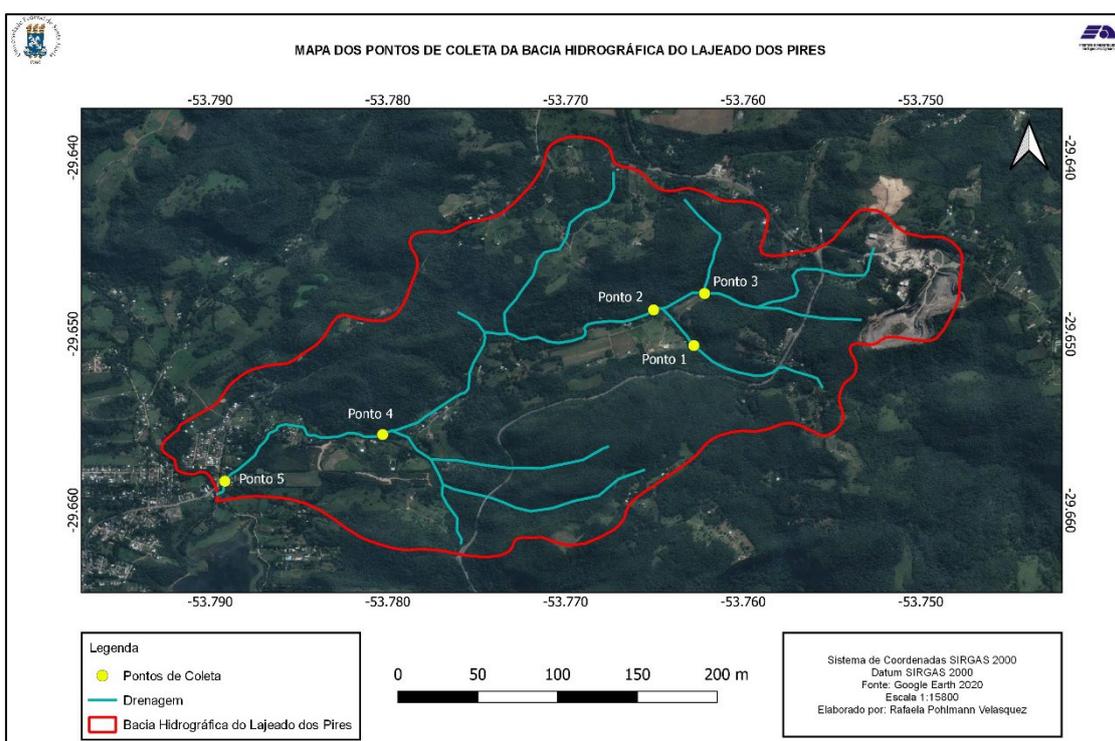
Fonte: Da autora (2022).

Segundo a Embrapa (2006), o Neossolo Litólico representam os solos que possuem contato lítico dentro de 50 cm e estão normalmente associados aos afloramentos rochosos e a relevos mais declivosos. São solos poucos evoluídos, desprovidos de horizonte B e são limitados para o uso devido a pouca profundidade, presença as rochas, limitando o crescimento radicular e elevando risco de erosão. Ainda, entende-se que este tipo de solo apresenta restrições à ocupação antrópica, estando geralmente relacionados aos basaltos e arenitos (ALHO, et al., 2007).

4.2 MONITORAMENTO

Conforme já mencionado, foram escolhidos 05 pontos para realização das coletas. Dentre esses 05 pontos, o Ponto 1, 2 e 3 contemplam as partes mais altas da bacia, são próximos aos olhos d'água em que, a princípio, a água não sofreu nenhuma interferência antropológica. Os pontos 4 e 5 representam as partes mais baixas do curso d'água, sendo os pontos de maior recebimento de água e maior interferência da população. A Figura 09 mostra essa distribuição.

Figura 09 – Pontos de coleta.



Fonte: Da autora (2022).

As Figuras 10, 11, 12, 13 e 14 são registros fotográficos dos pontos que foram realizadas as coletas.

Figura 12 – Ponto 1.



Figura 11 – Ponto 2.



Figura 10 – Ponto 3.



Figura 14 – Ponto 4.



Figura 13 – Ponto 5.



Fonte: Da autora (2021).

4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

A partir dos 05 pontos de coleta já ilustrados e comentados nas Figuras 04 e 05, visando a efetividade dos resultados foram realizadas 3 repetições de coletas para análise de cada parâmetro. Tais coletas, foram realizadas 01 vez por mês, durante os meses de outubro de 2020 até outubro de 2021, após este período iniciou-se o processamento dos dados encontrados. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água considerados no estudo encontram-se dispostos na Tabela 03.

Tabela 03 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Parâmetros Físicos:	Parâmetros Químicos:	Parâmetros Biológicos
Temperatura; Cor; Turbidez; Sólidos em suspensão totais; Sólidos totais fixos; Sólidos totais voláteis; Condutividade Elétrica;	- pH; - Dureza; - Cloreto; - Nitrato; -Fosfato; - Oxigênio Dissolvido; - DBO;	- Coliformes totais; - Escherichia coli;

Fonte: Da autora (2022).

As análises dos parâmetros de qualidade da água listados na Tabela 1 foram realizadas de acordo com os métodos mostrados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012), de acordo com Quadro 01.

Quadro 01 - Métodos adotados nas análises dos parâmetros das amostras.

Parâmetro	Método	Item (APHA, 2012)
Cor aparente	Espectrofotométrico	2120 C
Condutividade elétrica	Condutimétrico	2510 B
Cloreto	Cromatografia iônica	4110
Coliformes totais	Colilert	9223 A - APHA 2017
E. coli	Colilert	9223 A - APHA 2017
Fosfato	Cromatografia iônica	4110
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Respirométrico – manométrico	5210 D
Dureza	Titulação do EDTA	2340 C
Nitrato	Cromatografia iônica	4110
Oxigênio Dissolvido (OD)	Potenciométrico	4500-O G
pH	Potenciométrico	4500-H ⁺ B
Sólidos em suspensão totais (SST)	Gravimétrico	2540 D
Sólidos totais fixos (STF)	Gravimétrico	2540 E
Sólidos totais voláteis (STV)	Gravimétrico	2540 F
Temperatura	Termométrico	2550
Turbidez	Nefelométrico	2130 B

Fonte: Da autora. (2022).

4.4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA CALCULAR A VAZÃO

A metodologia utilizada para o cálculo de vazão foi o Método Silveira. O modelo utilizado foi o de chuva-vazão, denominado MPB2 e tem o intuito de representar o comportamento da bacia em um período de estiagem (SILVEIRA, 1997).

Para a aplicação do método, foram utilizados os dados hidrometeorológicos diários de precipitação total (mm), evaporação do piche (mm), evapotranspiração potencial (mm), o fator de perda K e três medidas de vazões observadas a campo

(método molinete). Esses dados foram extraídos do site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia com período de um ano antecedente aos dias de coleta (mês de outubro de 2019) até o mês de maio de 2022 em que a presente pesquisa foi finalizada.

Estes dados representam a entrada do modelo, em que o mesmo desenvolve o balanço hídrico através do ajuste dos parâmetros. O ajuste do modelo foi realizado com a conformidade dos valores da curva de recessão do hidrograma calculado com as vazões observadas. Após realização do ajuste do modelo à estiagem com vazões observadas, forneceu uma série cronológica de vazões e a curva de permanência (TAMIOSSO, 2012).

Esse procedimento foi realizado para o ponto 5, em que representa o exutório da Bacia Hidrográfica em estudo. Isso ocorreu porque o restante dos dados para os outros pontos foram descartados por inadequação. Sendo assim, os valores para o restante dos pontos (1, 2, 3 e 4) foi calculado por proporção de áreas de contribuição, isto é, extraiu-se o valor de vazão diária no ponto 5 e realizou-se uma proporção para a área de contribuição de cada ponto já citado.

4.5 QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS AO LAJEADO

Nas Figuras 16 e 17, encontram-se o modelo de questionário que foi aplicado às famílias residentes nas proximidades do Lajeado dos Pires. A aplicação desse questionário teve o objetivo de analisar quais residências possuíam tratamento de esgoto e qual o método que era aplicado para tal. Além disso, teve como intuito observar a população quanto ao conhecimento sobre a problemática do saneamento básico e constatar quais pontos ao longo do Lajeado são mais prejudicados com o mau cheiro, extravasamento e poluição do curso d'água.

Figura 15 - Questionário socioeconômico da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.

 CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO ENTRE A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA E A FUNDAÇÃO MO'Ã PROJETO SAÚDE DA ÁGUA: CAMPESTRE DO MENINO DEUS, SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DOS PIRES Curso de Geografia: Disciplina de Planejamento e Ordenamento Territorial Integrado I		
Levantamento socioeconômico da Sub-bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires/ Bairro Campestre do Menino Deus/ Santa Maria – RS		
N° LOTE: _____		
N° QUESTIONÁRIO:		
1) Rua: _____ 2) N° de pessoas na residência: () 3) Quanto tempo reside no Bairro: () 4) Idade: () () () () () () 5) Alguém estuda na Escola do Bairro: Sim () Não () Se a resposta for "Sim", Quantos: () 6) Escolaridade: Fundamental () médio () superior () 7) Possui banheiro: Dentro de casa () fora de casa () 8) Abastecimento de água: Poço (artesiano ou rasa) () direto do arroio/rio () abastecimento público () 9) Falta d'água: Frequente () ocasionalmente () raramente () nunca () 10) Esgoto da residência: Fossa () fossa com filtro () e após o filtro? rede de coleta () arroio/rio () 11) Destinos dos resíduos: Coleta pública () queima () enterra () outros locais () 12) Em caso de coleta qual a frequência de coleta de resíduos: Diária () 1x por semana () 2x por semana ()	13) A coleta ocorre em frente a residência: Sim () Não () 14) Os resíduos são separados por residência: Sim () Não () 15) Em caso de separação, qual destino? Coleta pública () catadores () direto com a associação () 16) Se houvesse algum lugar próximo para depositar os resíduos recicláveis você levaria? Sim () Não () 17) Se recebe visita de agente de saúde: Frequente () ocasionalmente () raramente () nunca () 18) Ocorrência de doenças no núcleo familiar: Frequente () ocasionalmente () raramente () nunca () 19) Animais domésticos: Sim () Não () Se sim, quais e quantos: _____ 20) Ocupação da família? _____ 21) Ocupação do lote: Pomar () horta () criação de animais () Outros: _____ 22) Vende ou produz algo? Artesanato () Hortalça () Outros: _____ 23) Tem interesse por algum curso/ assunto? _____ 24) Participa de alguma associação? Sim () Não () 25) Utiliza a barragem como lazer? Frequente () ocasionalmente () raramente () nunca () 26) Área da propriedade: _____ 27) Se preocupa com a questão ambiental: _____	

Fonte: Fundação Moã (2021).

Figura 16 - Questionário socioeconômico da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires.

 CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO ENTRE A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA E A FUNDAÇÃO MO'Ã PROJETO SAÚDE DA ÁGUA: CAMPESTRE DO MENINO DEUS, SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DOS PIRES Curso de Geografia: Disciplina de Planejamento e Ordenamento Territorial Integrado I		
Delegar 03 (três) pontos:		
28) O que não gosta no bairro: 1. _____ 2. _____ 3. _____	OBS: *** PERGUNTAS RESPONDIDAS POR QUEM ESTÁ PREENCHENDO O QUESTIONÁRIO:	
29) O que mais gosta no bairro: 1. _____ 2. _____ 3. _____	Tipo de moradia: Madeira () Alvenaria () Mista () Tamanho: pequena () média () grande () Padrão de conservação da casa: bem cuidada () depreciada () Na sua opinião qual o poder aquisitivo desta família: Baixo () médio () alto () Deposito de lixo: Sim () Não () Erosões: Sim () Não () Queimada: Sim () Não () Esgoto a céu aberto: Sim () Não () Rua pavimentada: Sim () Não () Rua Arborizada: Outros: _____	
30) E o que gostaria que estivesse no bairro: 1. _____ 2. _____ 3. _____		

Fonte: Fundação Moã (2021).

A aplicação do questionário foi realizada no mês de outubro de 2020, juntamente com o curso de Geografia da UFSM, em parceria com a Fundação. Sendo assim, a aplicação foi realizada manualmente, nas residências mais próximas às margens do

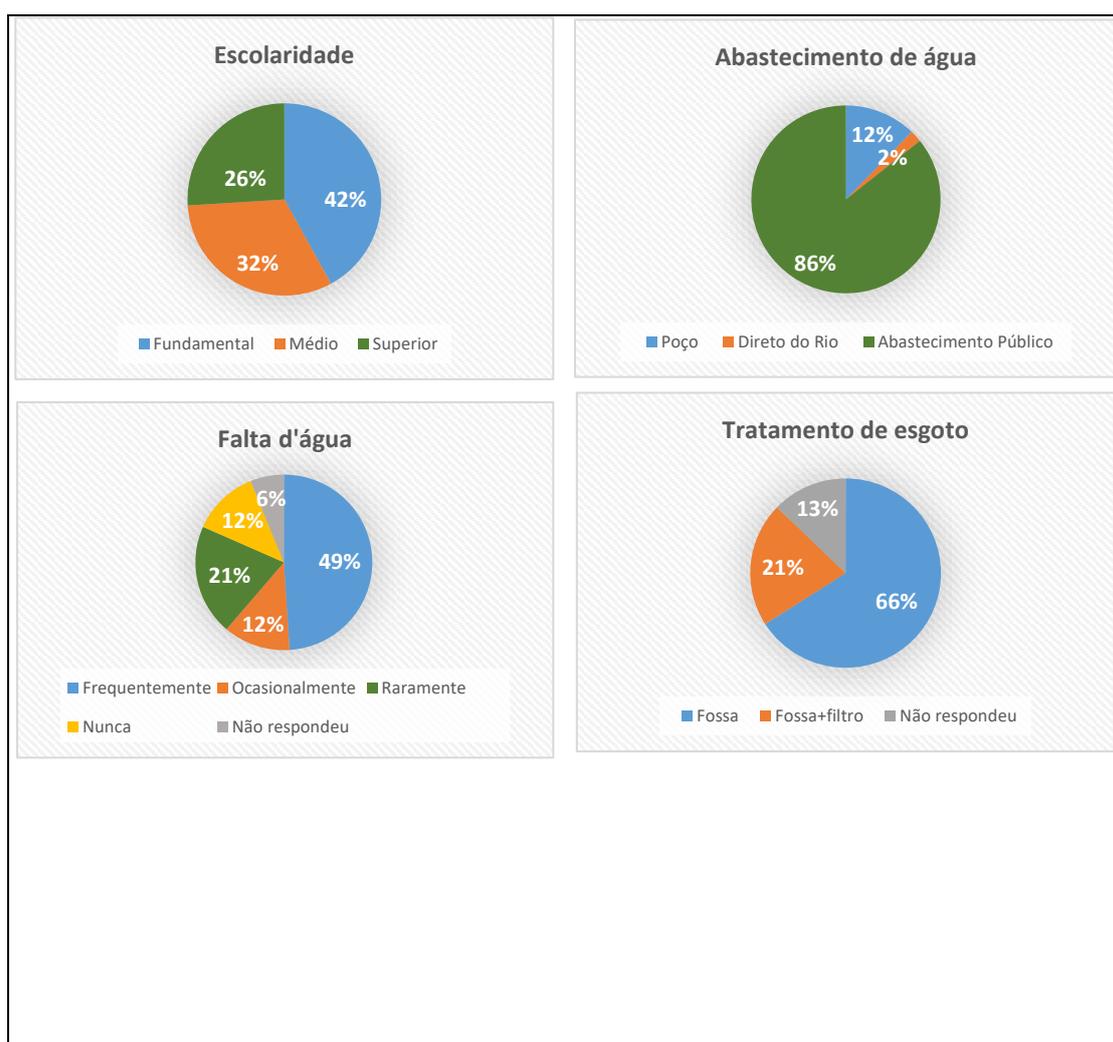
Lajeado, questionando cada representante da família lindeira da referida residência todas as perguntas e informações dispostas nas Figuras 16 e 17.

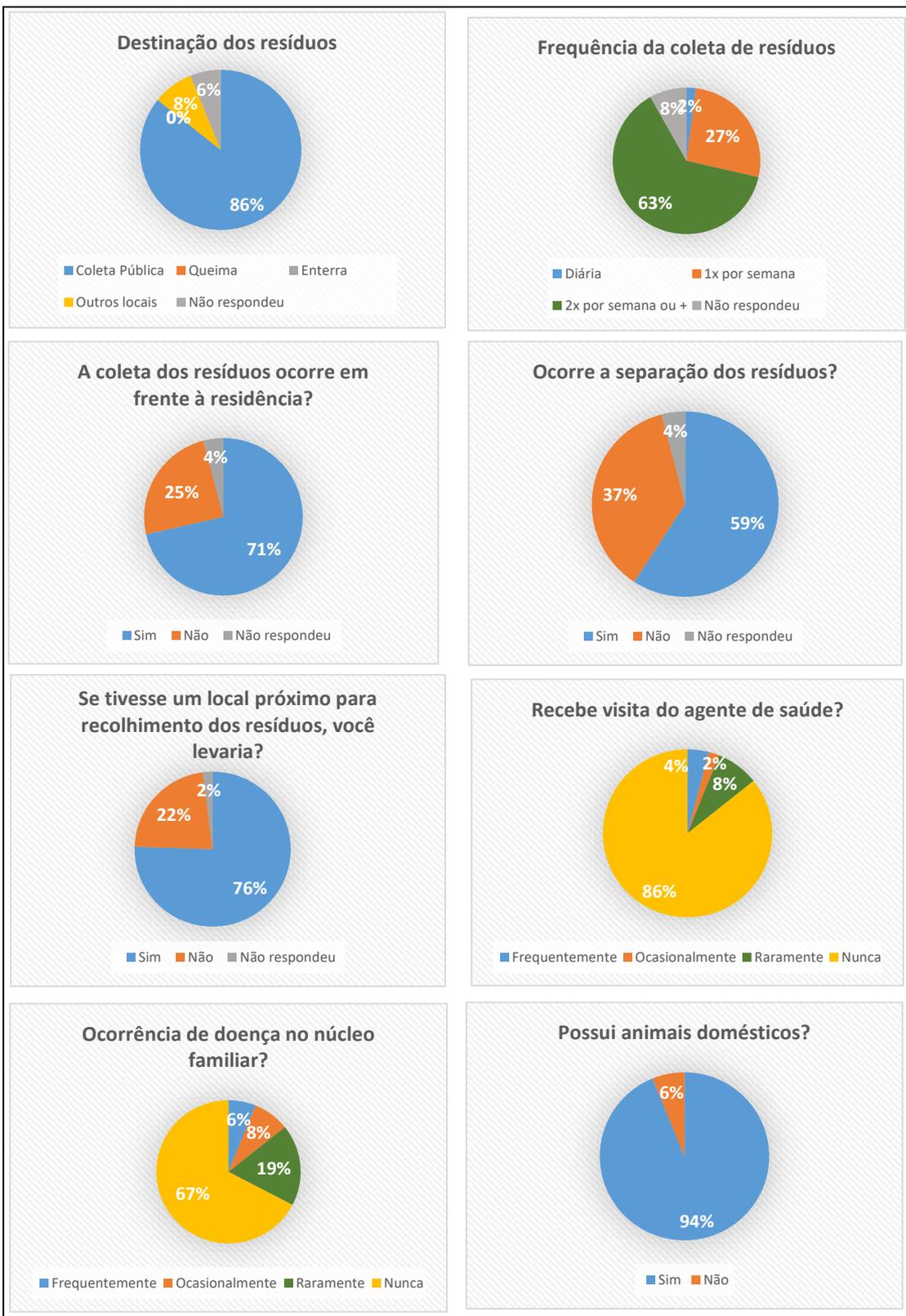
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

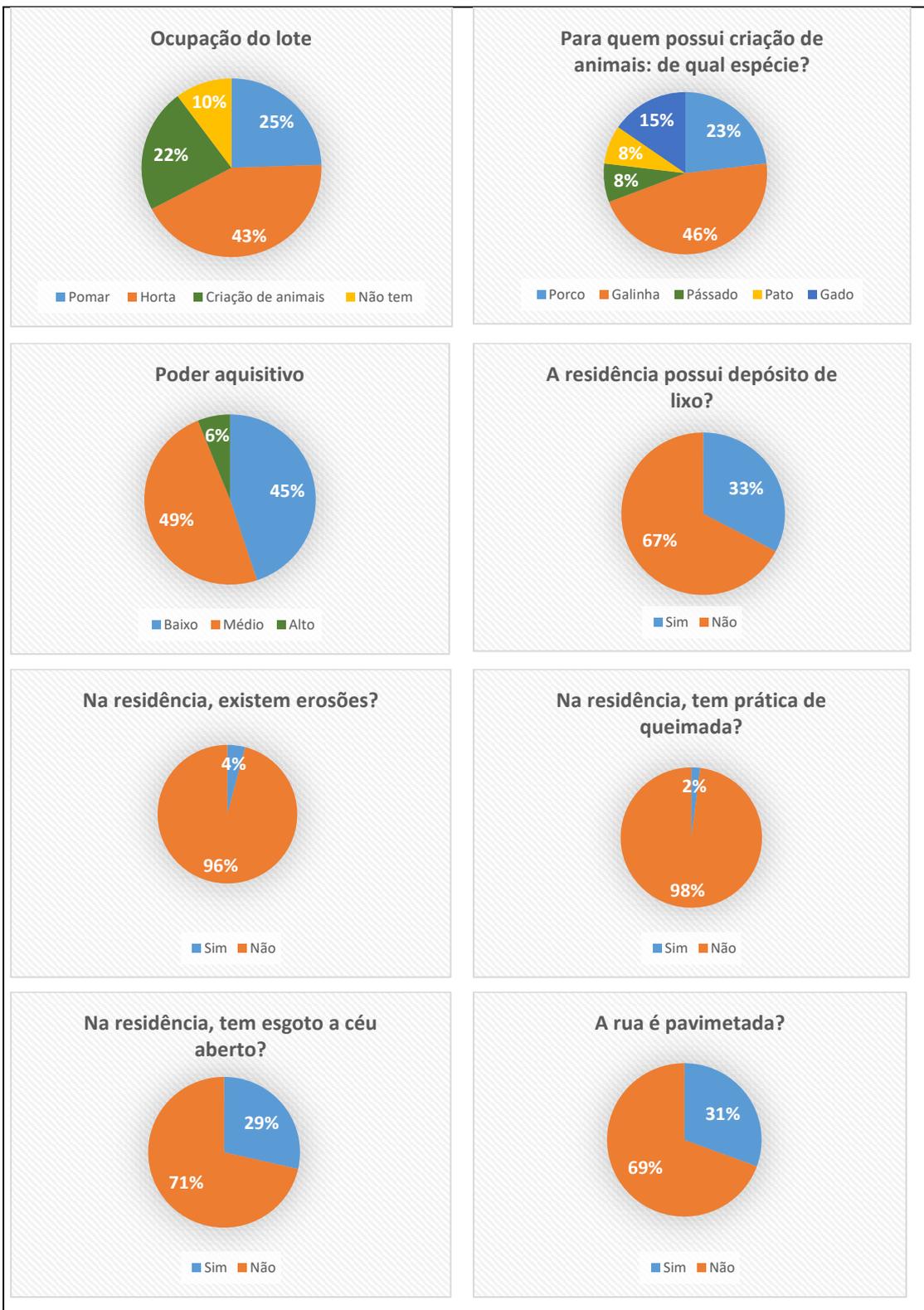
5.1 QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

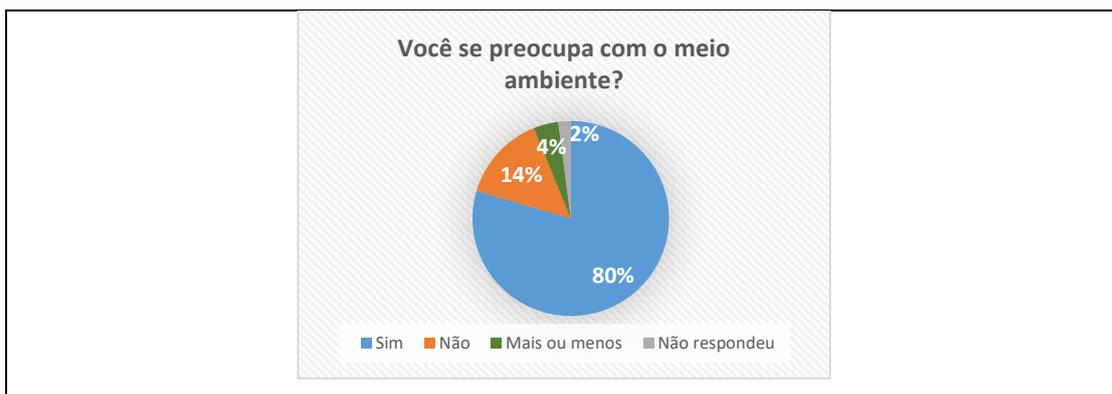
Na Figura 46 encontram-se dispostos os gráficos das respostas do questionário socioeconômico referente à bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires. Ressalta-se que para discussão dos resultados, foram selecionadas as perguntas mais relevantes, assim consideradas as que possuem maior impacto em relação à presente pesquisa. Ainda, foram entrevistadas 49 residências

Figura 17 - Gráficos das respostas do questionário socioeconômico aplicado à comunidade lindeira do Lajeado dos Pires.









Fonte: Da autora (2022).

Com os resultados apresentados na Figura 46, pôde-se observar que o bairro que contempla o Lajeado dos Pires é um local ainda em desenvolvimento. Isso é possível identificar na pavimentação das ruas, em que 69% das vias não são pavimentadas, nas porcentagens de falta de água, que ocorre frequentemente em 49% das residências e também no tratamento do esgoto, que em 66% das casas residenciais utilizam apenas fossa, já que em algumas ruas, o esgoto é a céu aberto, não possuindo saneamento básico. Além disso, as residências que utilizam fossa para tratamento de esgoto não souberam relatar qual a destinação final do efluente doméstico após passar pela fossa.

Quanto aos resíduos sólidos, têm-se que 67% das residências não possuem coletores próximos. Quando foram realizados os questionários, observou-se os resíduos armazenados nas calçadas, para posteriormente a coleta pública recolher. Este fato também se torna preocupante, pois os resíduos acumulados são vetores de doenças.

Além disso, destaca-se que algumas residências possuem criação de animais. De todas as espécies citadas pelos moradores, a que tem maior porcentagem é a criação de galinhas. Estudos mostram que a criação de aves pode causar impactos negativos para os recursos naturais, bem como a contaminação do solo e da água (NETO, et al., 2018). Portanto, se a criação não for ambientalmente adequada, com tratamento dos resíduos gerados, pode ser um prejuízo para o meio ambiente.

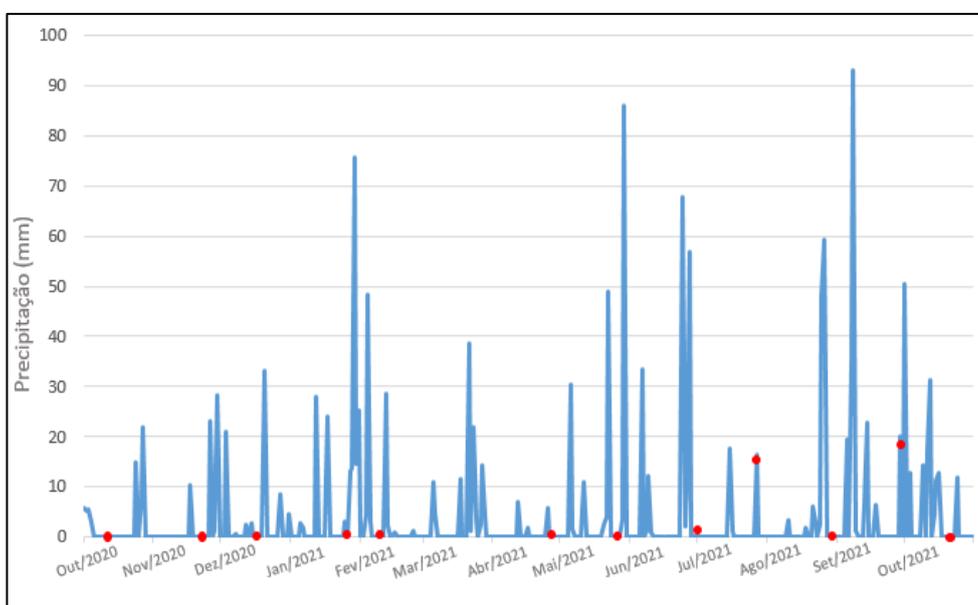
A falta de um tratamento adequado de esgoto eficiente pode estar relacionada ao poder aquisitivo da população, considerando que em média, 49% e 45% dos moradores daquela região possuem baixo e médio poder aquisitivo, respectivamente. Com isso, pôde-se inferir que a população lindeira do Lajeado dos Pires não possui condições financeiras para instalação de um eficiente tratamento dos efluentes domésticos gerados

tornando-se, portanto, um problema para a qualidade da água do referido Lajeado e um alerta aos órgãos públicos responsáveis.

5.2 DADOS DE PRECIPITAÇÃO

A Figura 18 contém os dados de precipitação, em milímetros, durante o período da presente pesquisa sendo que os pontos destacados em vermelho representam os dias da realização de cada coleta. Os dados foram extraídos do site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e são dados de precipitação diários, em mm.

Figura 18 - Precipitação (mm) do período de coleta e os dias de coleta destacados em vermelho.



Fonte: INMET 2020-2021.

Observa-se que o período de realização da pesquisa apresentou estágios tanto de recesso hídrico como de chuva intensa. Os meses de outubro/2020, novembro/2020 e dezembro/2020 foram de escassez, com valores baixos de precipitação, sendo o maior deles de 33.2 mm, no mês de dezembro. O mês de Janeiro foi um período de chuvas espaçadas, apresentando 10 dias chuvosos, mas com valores altos de precipitação, com valor máximo de 75.7 mm e mínimo de 1.8 mm sendo que no dia da coleta do mês de janeiro estava chovendo.

Os meses de maio, junho e setembro também possuíram valores altos de precipitação. Apesar de também serem chuvas espaçadas, em maio choveu 8 dias e o valor mais alto foi de 85 mm. O mesmo aconteceu em junho, com chuvas espaçadas,

precipitando 11 dias no mês, com menor precipitação de 0.1 mm e a maior de 67.8 mm. Já o mês de setembro apresentou o maior pico de chuva, de 93 mm, e no dia da coleta do mês de setembro, choveu 20 mm.

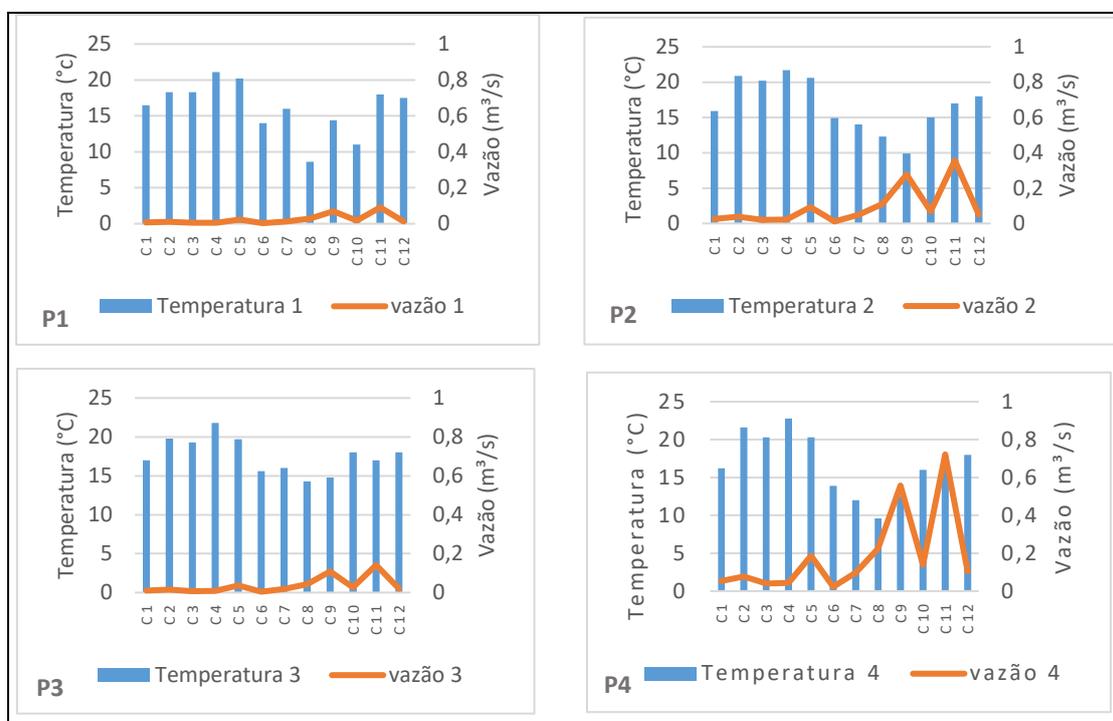
Salienta-se que no mês de março não foi possível realizar a coleta devido a retomada do período da pandemia do Corona Virus (COVID 19), com a adoção de bandeira vermelha para a cidade de Santa Maria.

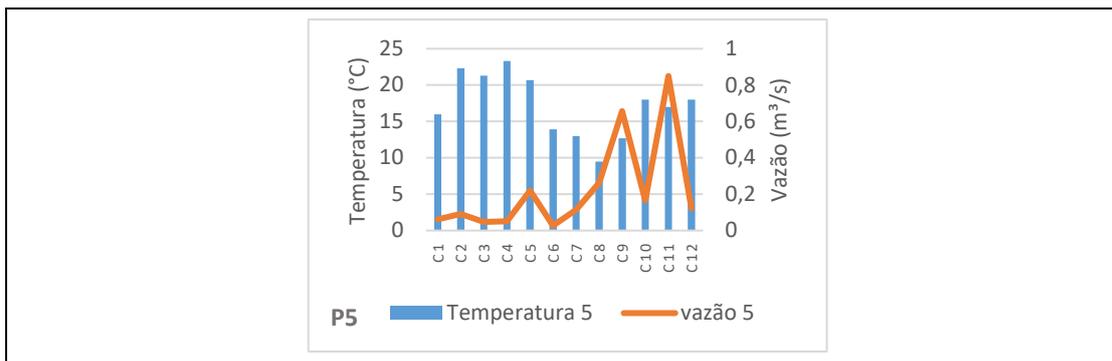
A seguir serão apresentados os dados dos parâmetros analisados e relacionados com a vazão.

5.3 PARÂMETROS FÍSICOS

O primeiro parâmetro apresentado na Figura 19 é a **temperatura**, sendo este um parâmetro físico medido em campo. São apresentados 05 gráficos, referentes aos 5 pontos de coleta da pesquisa, cada um com um dado de vazão (referente ao eixo y secundário, da direita) e cada coleta (mês) com um valor de temperatura (referente ao eixo y primário, da esquerda). No eixo x encontram-se as coletas realizadas ao longo dos 12 meses.

Figura 19 - Dados de temperatura em °C e vazão em m³/s.



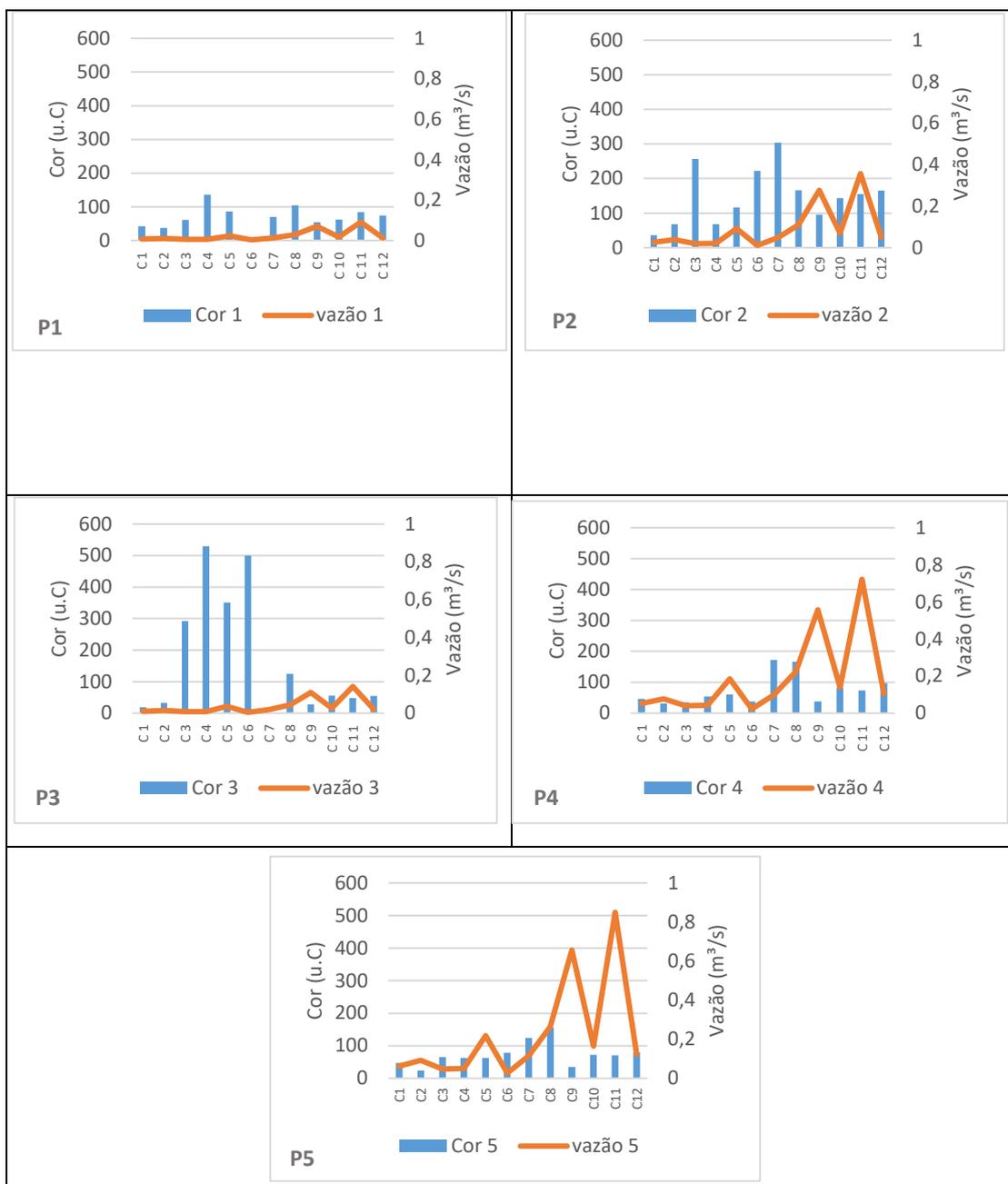


P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora (2022).

Por meio da Figura 19 constata-se que a temperatura variou de maneira semelhante em todos os pontos. Nas coletas 7, 8 e 9 (meses de maio, junho e junho 2021) os valores sofrem um decréscimo pois são meses de estações de outono e inverno. Verifica-se ainda que a vazão obteve um pico maior em todos os pontos nas coletas 9 e 11, no mês de julho e setembro. Isso pode ocorrer porque como já mencionado, no mês de julho/2021 se faz o inverno, conseqüentemente a temperatura é menor e também, foi um mês de altas precipitações, o que pode explicar o pico de vazão em todos os pontos nesse referido mês, bem como o mês de setembro/2021, em que obteve o maior pico de chuva de todo o período de coleta, sendo este de 93 mm.

A Figura 20 mostra o segundo parâmetro físico analisado, **cor**. Estão dispostos cinco gráficos referentes aos cinco pontos de coleta realizados ao longo dos meses já citados. O parâmetro cor é referente ao eixo y da esquerda e a vazão ao eixo y da direita. No eixo horizontal x estão as coletas.

Figura 20 - Dados de cor em u.C e vazão em m³/s.

P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

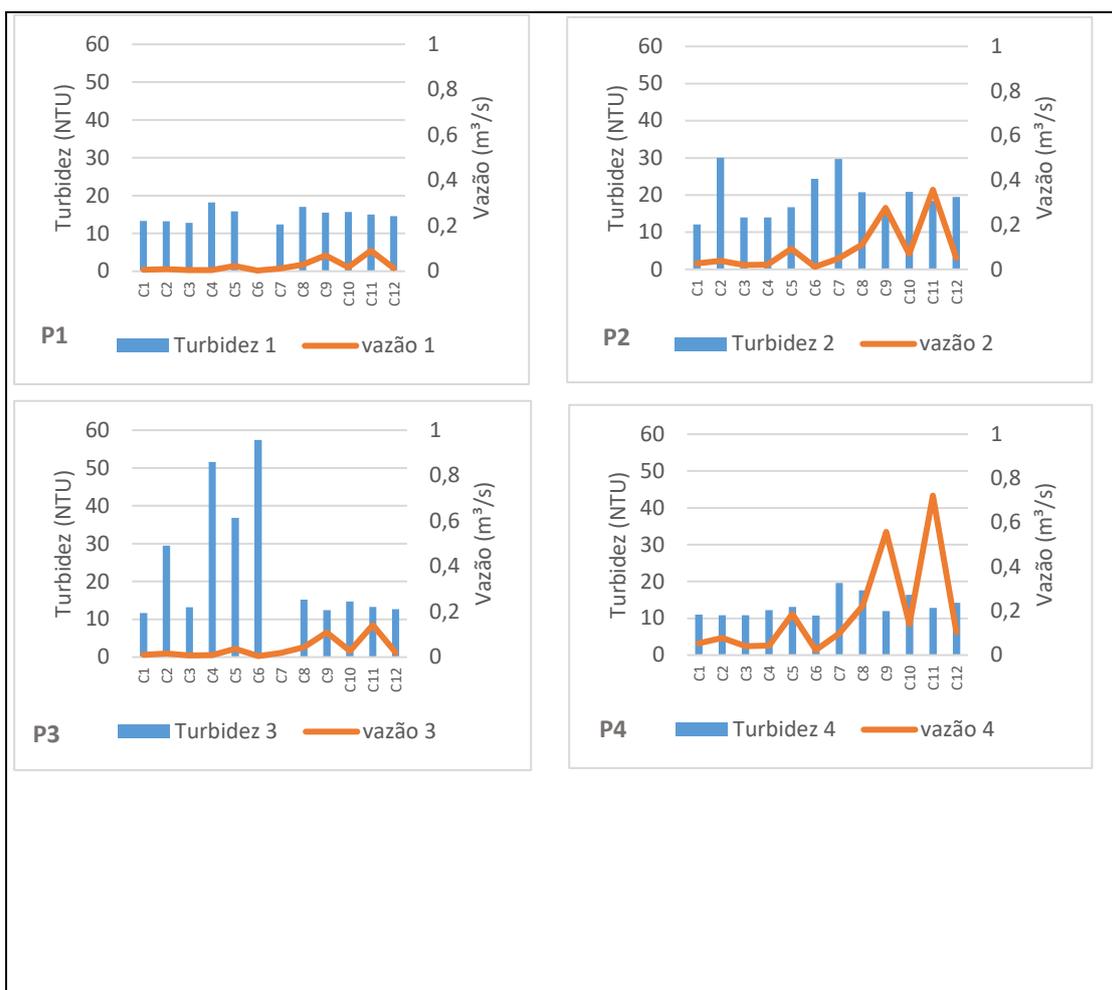
Fonte: Da autora (2022).

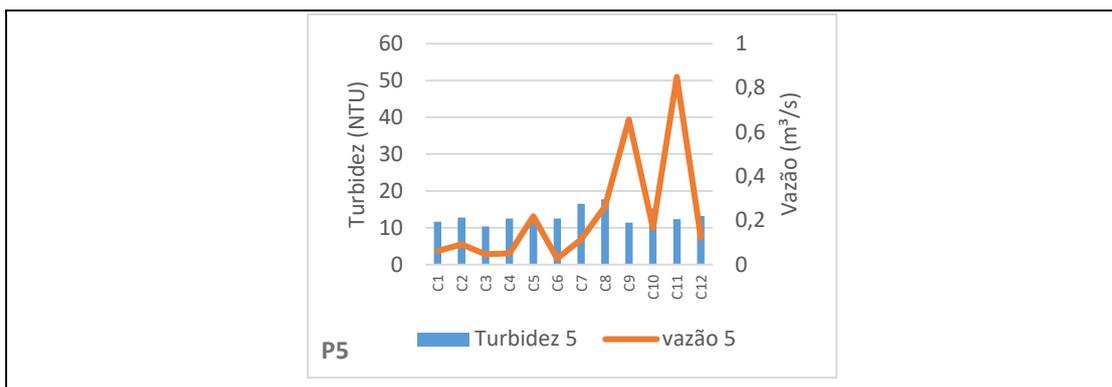
Ao analisar os gráficos do comportamento do parâmetro cor e em comparação com a vazão, percebe-se que o mesmo possuiu grandes variações ao longo das coletas e também, entre os pontos. Essa variação entre os pontos pode ser explicada pela presença da cobertura vegetal na área. Sabe-se que o parâmetro cor possui estreita relação com a quantidade de vegetação presente no local, e como mostra o Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 04), a área da bacia em estudo possui grande volume de maciços

florestais, em conformidade com os resultados obtidos. Sendo assim, destacam-se os gráficos dos pontos 2 e 3 que tiveram as maiores variações do parâmetro cor, pois estes possuem vegetação mais densa e fechada comparado com o restante dos pontos. Conforme Macedo, et al. (2018), a cor pode sofrer alteração quando se tem a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, geralmente devido a ácidos húmicos e tanino, oriundos da decomposição vegetal, e não nocivo à saúde. Por isso, que nas coletas de altas precipitações, as concentrações do parâmetro Cor foram baixas, pois os períodos mais secos favorecem a concentração dessas substâncias.

O terceiro parâmetro físico analisado foi a **turbidez**. Na Figura 21 estão dispostos os gráficos dos cinco pontos de coleta e a correlação dos dados de turbidez com a vazão, conforme gráficos anteriores. A unidade utilizada para turbidez possui é a NTU (Unidade de Turbidez Nefelométrica).

Figura 21 - Dados de turbidez em NTU e vazão em m^3/s .





P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

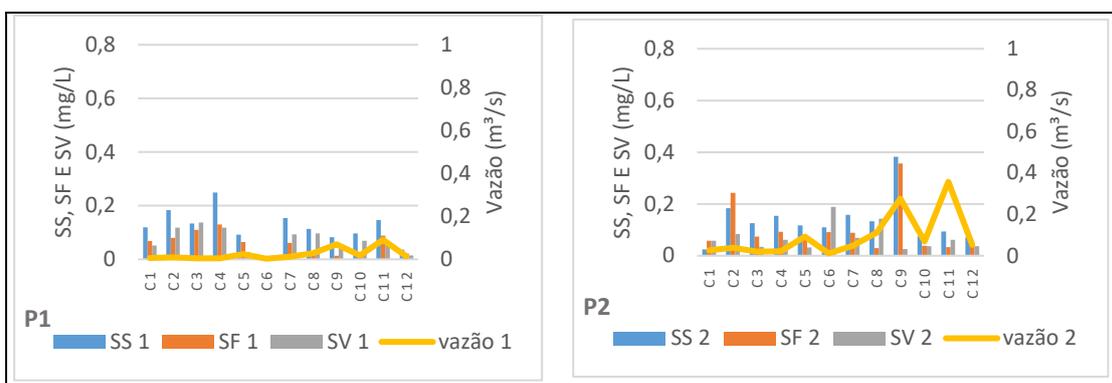
Fonte: Da autora (2022).

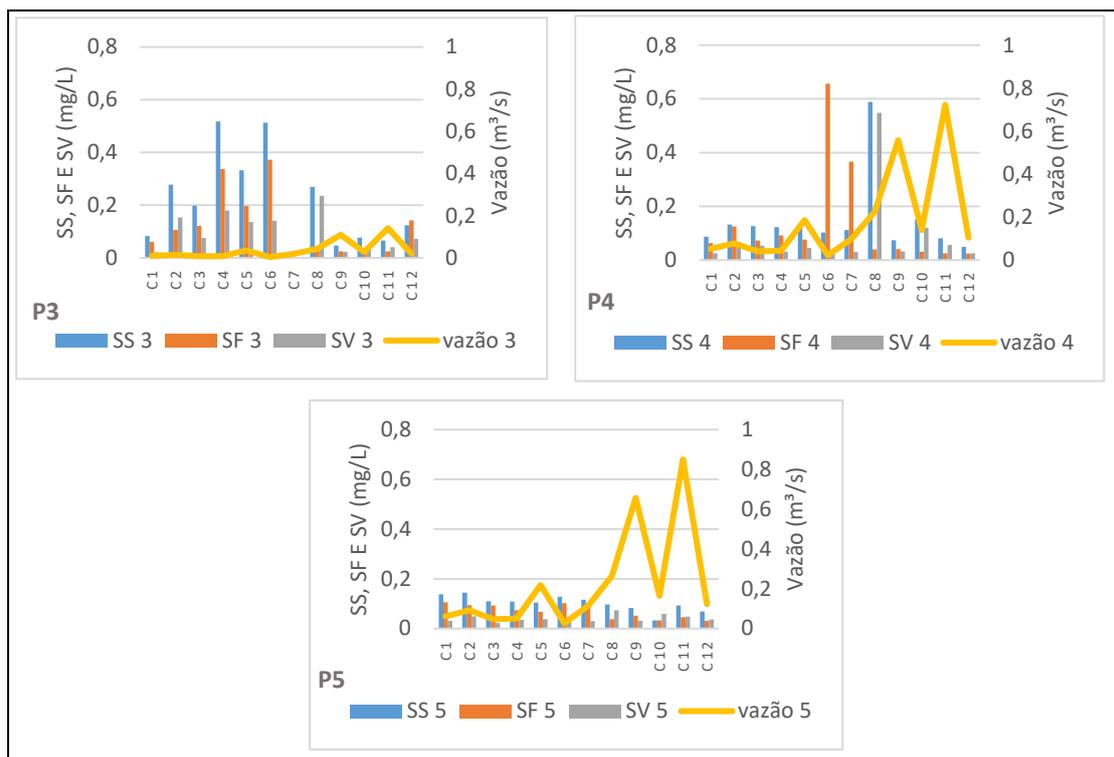
Os dados da Figura 21 indicam que nos pontos 1, 2 e 3 a turbidez obteve alta variação. Já nos pontos 4 e 5 ela manteve-se semelhante em todos períodos de coleta.

Essa variação nos pontos 1, 2 e 3 pode ter ocorrido porque os referidos pontos localizam-se em regiões mais altas da bacia (conforme Figura 07), considerando que a água ao chegar nesses pontos é ligeiramente transcorrida para os cursos de ordem maior. Sendo assim, dependendo do dia da coleta e da precipitação, a água encontrava-se mais turva que nos outros meses. Já os pontos 4 e 5, são os mais baixos, em que além de obter uma maior área de captação da água precipitada, é uma área mais plana, em que o fluxo de água perdeu parte da sua força e de sua velocidade, por isso a baixa variação deste parâmetro nesses pontos.

Os próximos parâmetros físicos foram os **sólidos em suspensão (SS)**, **sólidos totais fixos (SF)** e **sólidos totais voláteis (SV)**. Todos estão dispostos nos gráficos a seguir, com unidade de mg/L e, nos mesmos moldes dos gráficos anteriores, possuem relação com a vazão (eixo y secundário) na Figura 22.

Figura 22 -- SS, SF e SV em mg/L e vazão em m³/s.





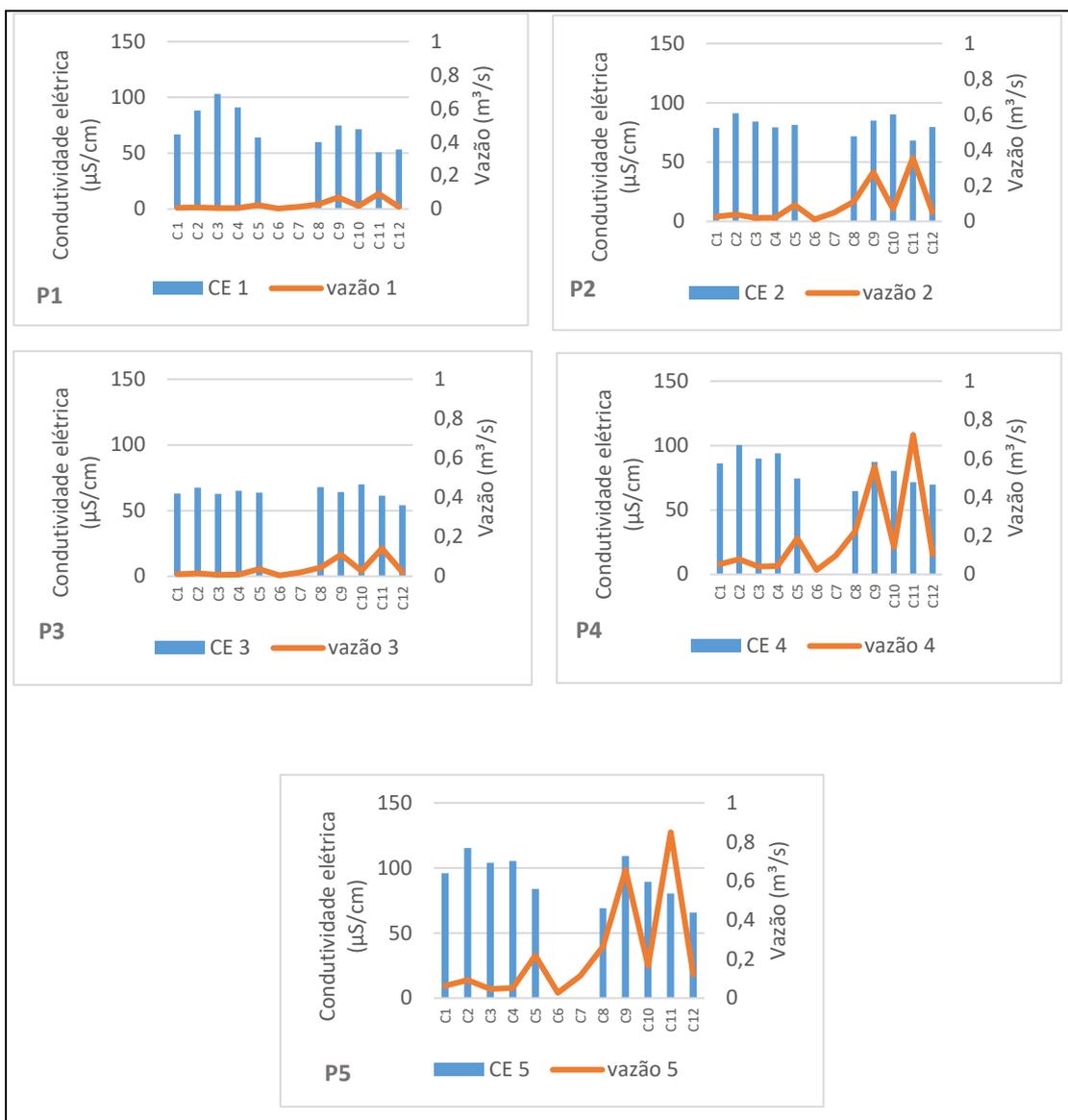
P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora (2022).

Com os gráficos do comportamento dos sólidos em suspensão, fixos e voláteis analisados, pôde-se observar que eles variaram de diferentes formas em cada ponto e não sofrem influência da vazão. Os pontos que mais obtiveram variação foi o 2, 3 e 4, com picos altos em diferentes coletas/meses ao longo da pesquisa. Essas altas variações podem ocorrer devido à presença de materiais orgânicos e/ou inorgânicos na água ou então, lançamento de efluentes sem tratamento.

Já o ponto 5 não obteve alta variação ao longo do período de coleta, e também não sofreu influência da vazão. Sendo assim, pôde-se observar que os sólidos presentes no Lajeado dos Pires podem estar mais relacionados à presença de cobertura vegetal do que com interferência antrópica.

O último parâmetro físico analisado foi a **condutividade elétrica (CE)**. Esse parâmetro, apresenta-se na Figura 23 e possui unidade de medida um milionésimo de um Siemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). A condutividade encontra-se no eixo y, na esquerda. No eixo y a direita, encontram-se as vazões em cada coleta realizada na pesquisa.

Figura 23 - Dados de condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S}/\text{cm}$ e vazão em m^3/s .

P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora. (2022).

Os dados da Figura anterior indicam que a alteração da condutividade elétrica foi semelhante em todos os pontos, ou seja, não obteve grande variação entre os valores. Nos três primeiros pontos, observa-se que a variação foi mais constante do que nos pontos 4 e 5.

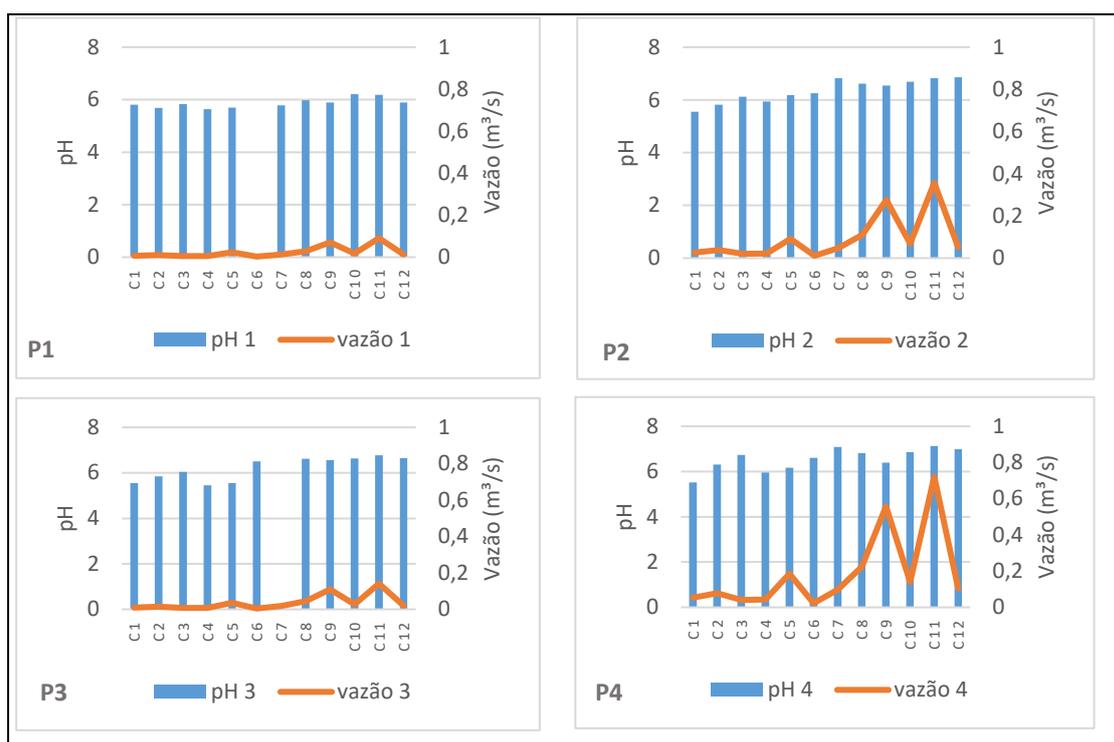
Sabe-se que a condutividade elétrica é um parâmetro indicador de poluição. Sendo assim, os pontos 4 e 5 podem ter maior variação comparado com o restante dos pontos porque, por estarem em pontos mais baixos da bacia e mais próximos à população e atividades industriais, são mais suscetíveis ao despejo de efluentes

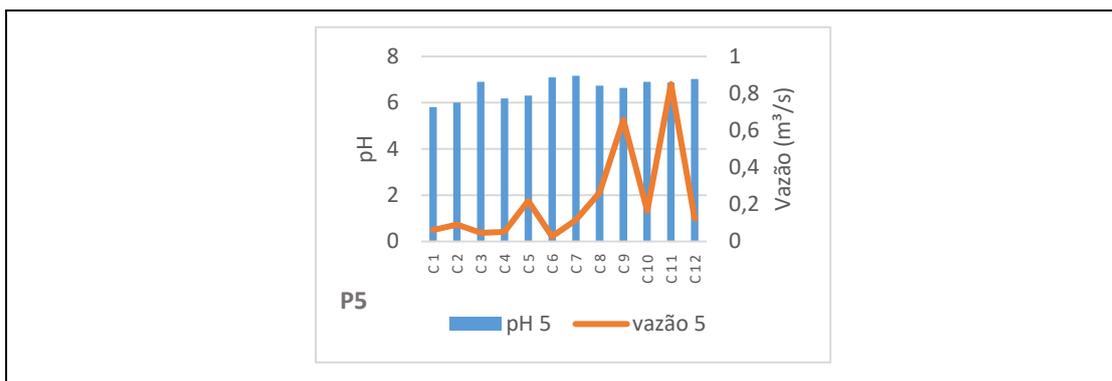
industriais e domésticos. Conforme o mês de coleta, esses despejos podem ter ocorrido de forma mais frequente, explicando assim, a maior variação do referido parâmetro nos pontos 4 e 5. Ainda, essa variação menos constante nos pontos mais baixos da bacia pode sofrer alteração da precipitação, pois conforme Fraga et al. (2012), a concentração de sais presentes na água influencia nos valores de condutividade elétrica.

5.4 PARÂMETROS QUÍMICOS

O primeiro parâmetro físico analisado foi o **pH**. Na Figura 24 é possível identificar os resultados das análises desse parâmetro nos cinco pontos de coleta da pesquisa. Além disso, conforme os gráficos anteriores, este também possui dois eixos y, o da esquerda encontram-se os resultados do pH e na direita os valores de vazão.

Figura 24 - Dados de pH e vazão em m³/s.





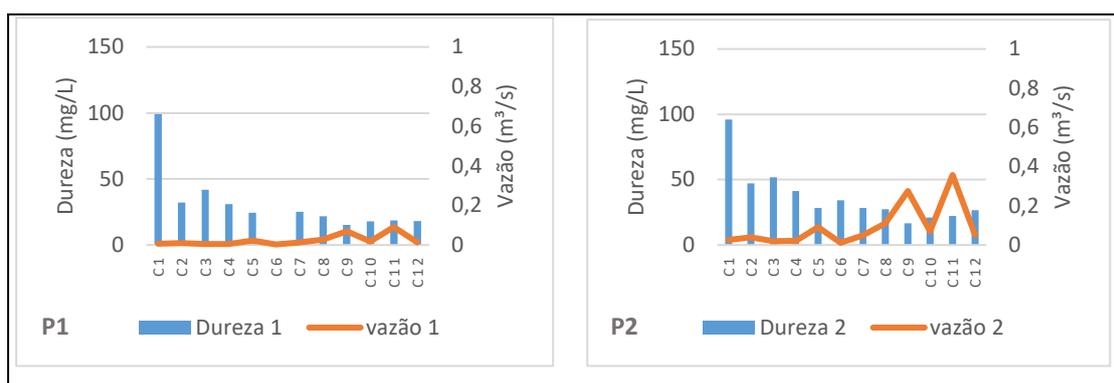
P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

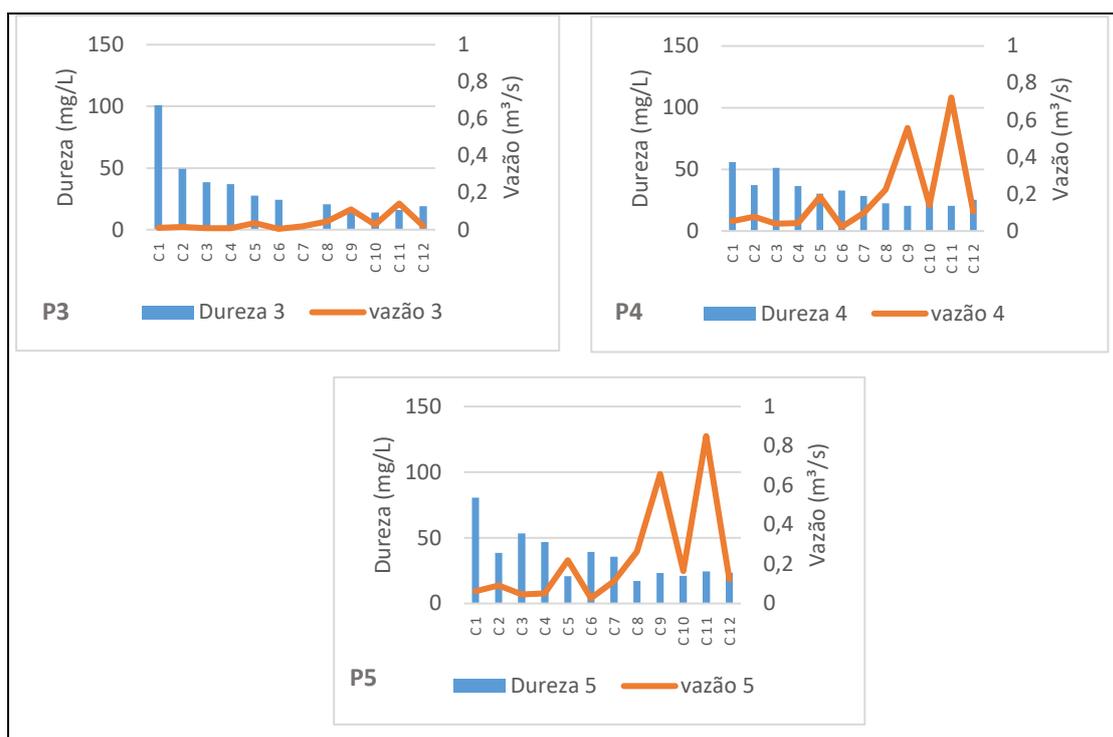
Fonte: Da autora. (2022).

Pôde-se observar que, de forma genérica, os valores de pH encontrados mantiveram-se constantes, não obtendo assim variação significativa entre os pontos e meses de coleta. Ainda, observa-se que o pH não variou simultaneamente com a vazão e precipitação, ou seja, não teve diferença significativa nos meses chuvosos e secos. O mesmo aconteceu em um trabalho realizado por Donadio, Galbiatti & De Paula (2005), em que os valores pH analisados não obtiveram alterações nos meses de altas e baixas precipitações.

O segundo parâmetro químico analisado foi a **dureza**. A unidade de medida é mg/L e os dados estão dispostos na Figura 25 a seguir.

Figura 25 - Dados de dureza (mg/L) e vazão em m³/s.



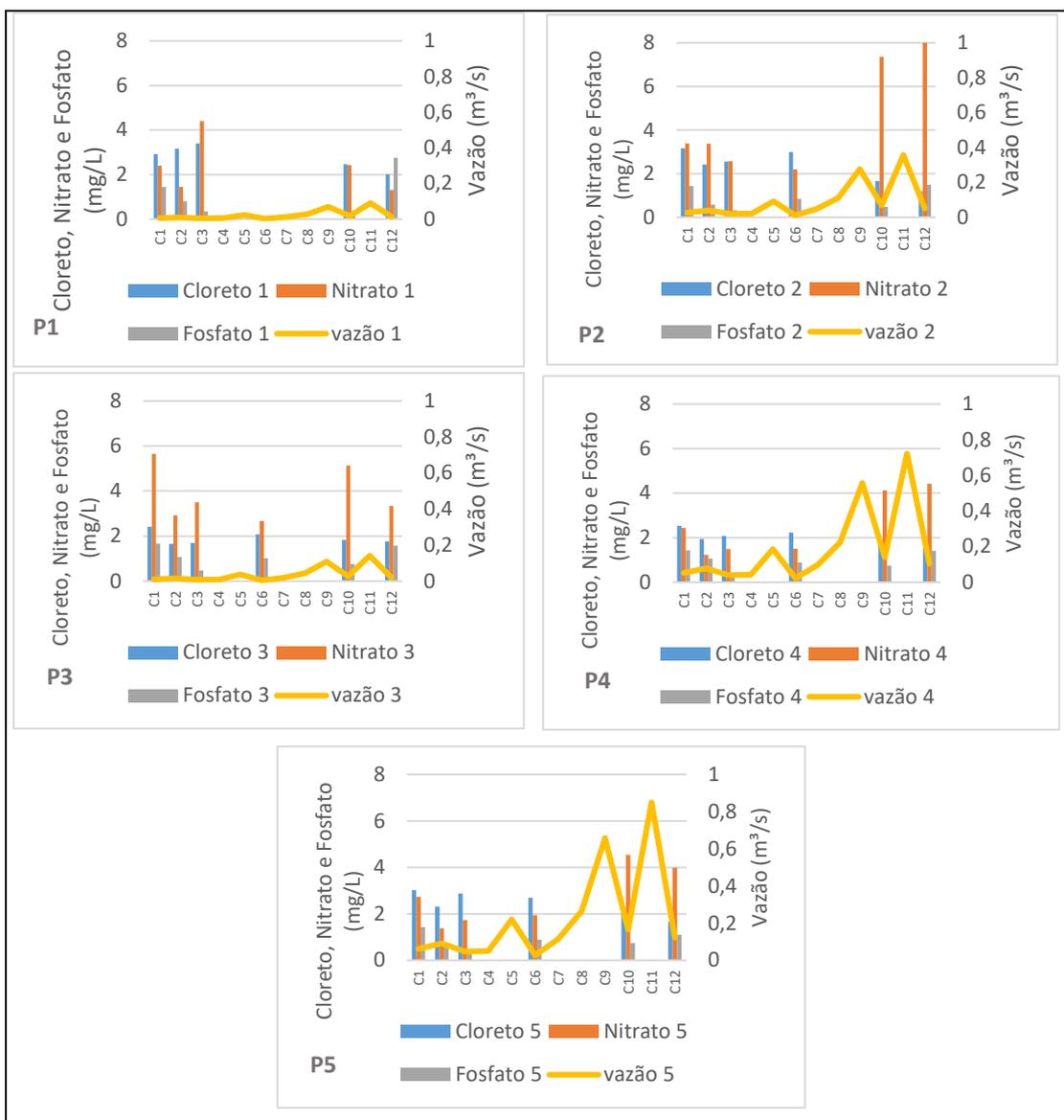


P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora (2022).

Verifica-se que a primeira coleta, em todos os pontos foi maior e o restante dos valores obtiveram baixa variação entre as coletas. Sabe-se que além da geologia da bacia, o que influencia no parâmetro dureza são os despejos industriais, pois Oliveira et al (2018) relatam que o parâmetro dureza é proporcional à presença de íons de cálcio e magnésio na água, podendo ser temporária ou permanente. Sendo assim, observa-se que os picos maiores de dureza podem representar um mês em que o lajeado sofreu descarga de efluentes industriais de forma pontual e temporária.

Os próximos parâmetros químicos analisados foram o **cloreto, nitrato e fosfato**. A unidade de medida utilizada para esses íons é mg/L e os resultados das análises estão dispostos na Figura 26.

Figura 26 - Dados de Cloreto, Nitrato e Fosfato (mg/L) e vazão em m³/s.

P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora. (2022).

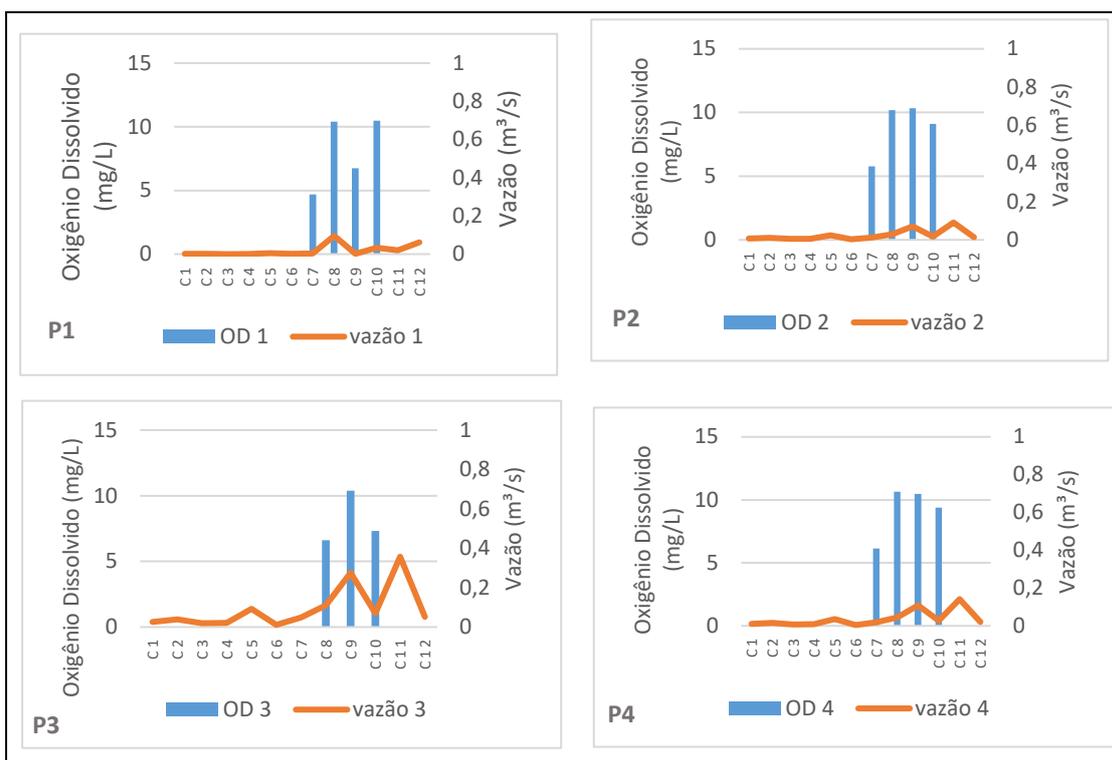
Os dados da Figura 26 permitem observar que o fosfato foi o parâmetro que menos variou ao longo do tempo da pesquisa. Já o cloreto e principalmente o nitrato, obtiveram alta variação entre as coletas, sendo que os valores de cloreto foram maiores nos primeiros meses de coleta, isto é, Coletas 1, 2 e 3 do que nas coletas 6, 10 e 11. Percebeu-se assim, que existe uma relação à concentração de cloreto com período de estiagem, pois nas primeiras coletas foram os períodos mais secos. A pesquisa realizada por Coradi (2009) obteve um resultado similar, pois os maiores valores médios de cloreto encontrados nos três cursos de água estudados pelo autor foram influenciados

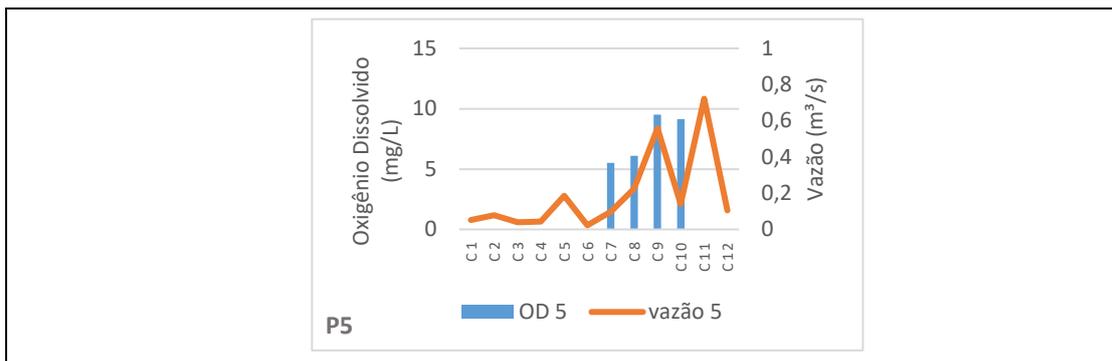
pelos maiores valores obtidos durante duas épocas de estiagem, favorecendo a concentração do cloreto.

Sabe-se que os fosfatos na água além de terem origem natural podem ter origem antropogênica. Estudos relatam que essa intervenção é proveniente de escorrências de terras agrícolas fertilizadas e de falhas no tratamento de águas residuais (USEPA, 2010; EMÍDIO 2012). Com isso, uma pesquisa realizada relata que para a adubação de videiras, encontram-se determinados fertilizantes contendo compostos potássicos, como cloreto, nitrato e sulfato de potássio (CALIL, 2020). Logo, conforme mapa das atividades industriais apresentado na Figura 07, existe a criação de videiras no entorno da vinícola apresentada neste referido mapa, explicando assim, a presença dos parâmetros citados na água.

O próximo parâmetro analisado foi o oxigênio dissolvido (**OD**), que tem unidade de medida mg/L. Os resultados dessa análise estão dispostos na Figura 27 a seguir.

Figura 27 - Dados de OD (mg/L) e vazão (m³/s).





P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

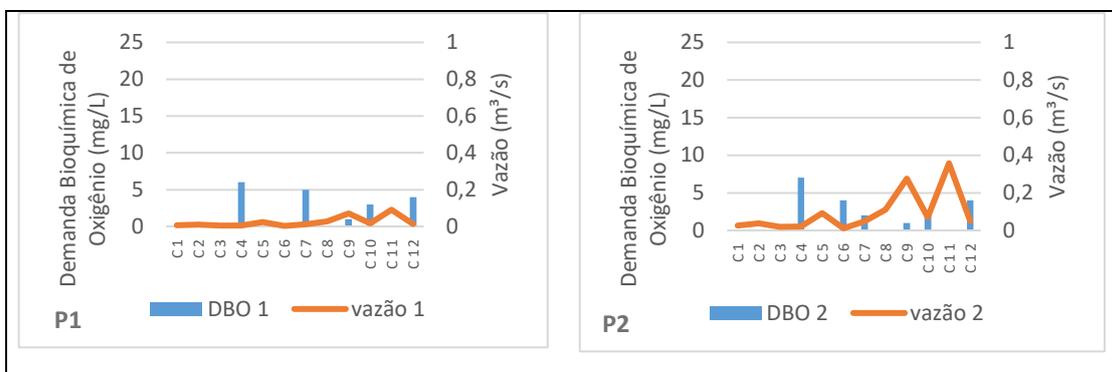
Fonte: Da autora (2022).

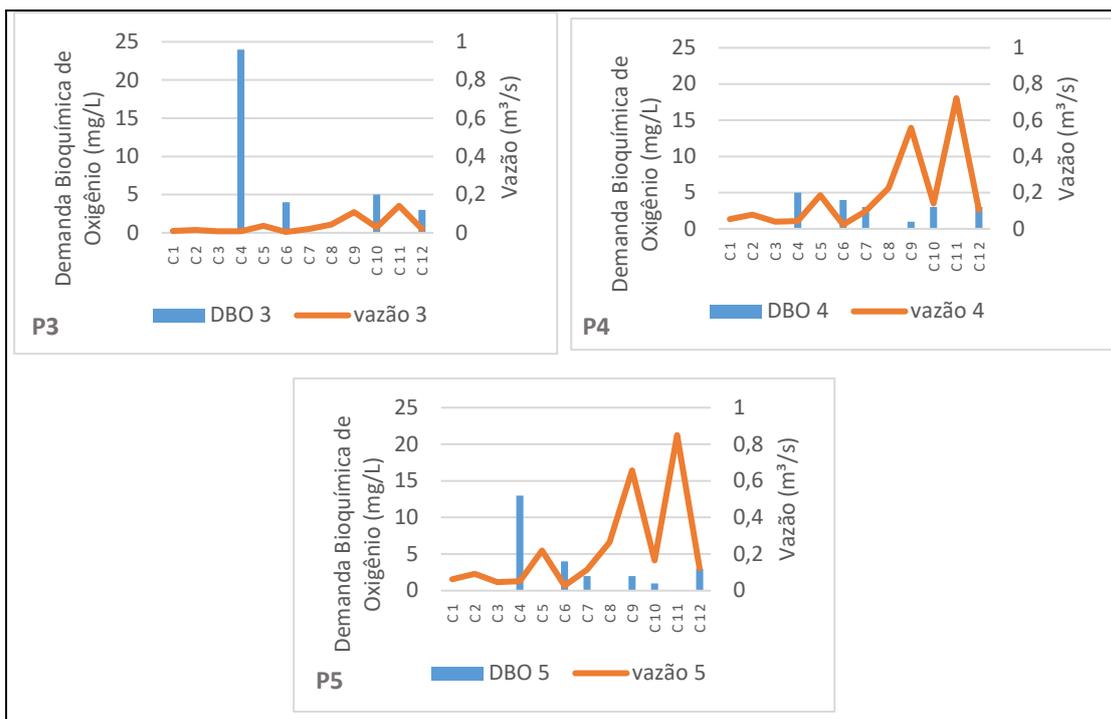
Observa-se que em algumas coletas não foram realizadas análises de OD devido a problemas técnicos, sendo assim, foram realizadas apenas nas coletas de nº 7, 8, 9 e 10.

Os dados constantes da Figura 27 mostram que o OD possui alta variação entre as coletas. Sabe-se que quanto mais baixo o valor do OD na água, pior é a qualidade da água, pois o OD é imprescindível para a respiração dos organismos aquáticos, e quando ele se encontra em concentrações baixas ou ausente, é um sinal de poluição e/ou contaminação por efluentes doméstico, industriais ou outros tipos de resíduos (BAGGIO, et al. 2016).

O último parâmetro químico analisado foi a demanda bioquímica e oxigênio, a **DBO**. Este, tem unidade de medida mg/L. Na Figura 28 estão dispostos os gráficos dos valores de DBO correlacionados com valores de vazão.

Figura 28 - Dados de DBO em mg/L e vazão em m³/s.





P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora (2022).

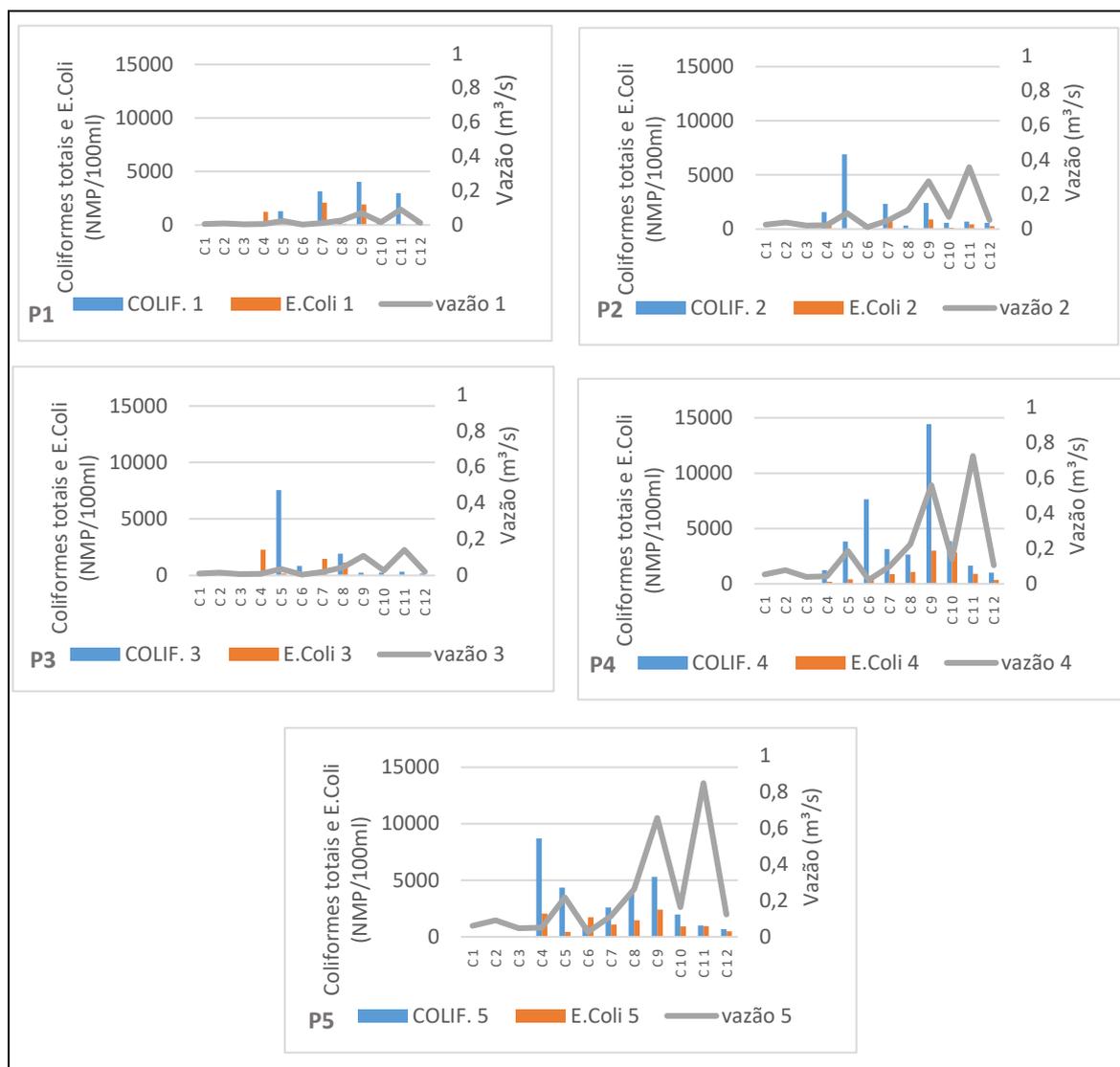
Devido a problemas técnicos, não foram realizadas análises para as coletas 1, 2, 3, 5 e 11. Os dados mostram que em todos os pontos, a coleta 4 obteve o maior pico de DBO, e o restante dos resultados obtiveram pouca variação entre si. Sendo assim, sabe-se que o aumento da DBO na água possui relação inversa com a qualidade da água, isto é, quanto maior a DBO pior a qualidade da água do curso d'água. Além dessa relação, a DBO possui concordância com o OD, pois quanto maior a DBO, menor os valores de OD. Então, quando a matéria orgânica se encontra presente na água de forma desequilibrada, a DBO aumenta para poder realizar a decomposição e nesse processo, utiliza-se o OD, sendo assim, o OD sofre um decréscimo na quantidade e todo esse processo provoca o desequilíbrio no meio aquático.

Ainda, percebe-se uma relação inversa entre chuva e os valores de DBO. Estudo recente, realizado por Alencar, et al. (2019), mostra que os valores maiores de DBO encontrados foram na estação menos chuvosa da região de estudo e que estes valores decorrem-se a princípio da carga poluidora estar em maiores concentrações por não haver diluição das grandes chuvas. Logo, observando a Figura 25, a vazão na coleta 7 é baixa comparado aos outros períodos, estando assim em concordância com o estudo já realizado.

5.5 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

Os parâmetros biológicos analisados foram os coliformes totais e a *Escherichia Coli*. A unidade de medida utilizada para ambos parâmetros são em NMP/100 ml e os resultados estão dispostos na Figura 29.

Figura 29 - Dados de coliformes e E. Coli em NMP/100ml e vazão em m³/s.



P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5; C1 = Coleta 1; C2 = Coleta 2; C3 = Coleta 3; C4 = Coleta 4; C5 = Coleta 5; C6 = Coleta 6; C7 = Coleta 7; C8 = Coleta 8; C9 = Coleta 9; C10 = Coleta 10; C11 = Coleta 11; C12 = Coleta 12.

Fonte: Da autora (2022).

A partir dos dados apresentados, foi possível detectar que em todos os pontos em que foram realizadas as coletas o ambos os parâmetros se fizeram presentes. Por questões de ordem técnica, não foi possível a realização das análises para as coletas 1, 2, e 3.

Observando a Figura 29, observa-se grande variação dos dois parâmetros ao longo do período de coleta. Essa variação pode ter relação com a presença de efluentes no lajeado, pois os despejos ocorrem em locais pontuais e ainda ocorrem conforme a necessidade de descarga.

Com relação aos coliformes totais, sua presença na água representa indicador de poluição e/ou contaminação do curso d'água, sendo provenientes de fezes humanas e de animais e estando ligados ao despejo in natura por esgotos domésticos no recurso hídrico (BRASIL, 2013; PIMENTA, et al., 2016). Essa afirmativa pode ser confirmada quando se observa o mapa de uso e ocupação do solo apresentado (Figura 04), em que a bacia hidrográfica em estudo conta com a presença de uma área significativa de atividades agropecuárias, industriais e domésticas.

Quanto ao parâmetro *E.Coli*, destaca-se que das 9 coletas realizadas, em 8 delas o Ponto 5 teve o valor de *E.coli* maior. Conforme a Figura 05, o ponto 5 é o local mais baixo de toda a bacia. Considerado o mais residencial e também com atividades industriais próximas, é possível afirmar que o ponto 5 pode sofrer algum tipo de despejo de efluentes domésticos já que contém contaminantes fecais. Sabe-se que a *Escherichia coli* é a bactéria que possui maior potencial de contaminação fecal humana (SILVA, et al. 2018).

5.6 RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE CADA PONTO DE COLETA

Após análise de todos os parâmetros, nas tabelas a seguir 04, 05, 06, 07 e 08 encontram-se dispostos todos os resultados das análises realizadas nas 12 coletas. Essas tabelas representam um resumo de como os parâmetros se comportaram em cada ponto, a fim de melhor visualizar e compreender a qualidade da água destes pontos.

Tabela 04 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 1

PONTO 1																
	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
Coleta 1	16,5	42,43	13,28	0,119667	0,067833	0,051833	66,87	5,814	99,05	2,923	2,3967	1,45	0	0	0	0
Coleta 2	18,3	36,62	13,178	0,183	0,08	0,118	88,187	5,684	32,2	3,163	1,45	0,81	0	0	0	0
Coleta 3	18,3	60,7	12,78	0,133	0,110125	0,1375	103,2356	5,832	41,76	3,403	4,403	0,3467	0	0	0	0
Coleta 4	21,1	136,13	18,156	0,249	0,1305	0,1185	90,941	5,63889	31,033	0	0	0	0	6	0	1240,9
Coleta 5	20,2	86,1	15,844	0,092167	0,064167	0,028	64,21	5,702	24,5	0	0	0	0	0	1296	179,5
Coleta 6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleta 7	16	69,544	12,3667	0,1533	0,0605	0,09283	0	5,78	25,2	0	0	0	4,7	5	3152	2086
Coleta 8	8,6	103,7556	17,022	0,1128	0,015667	0,097167	59,9256	5,984	21,7	0	0	0	10,3967	0	576	124
Coleta 9	14,4	54,078	15,4778	0,08225	0,0135	0,0535	74,8978	5,89	15,167	0	0	0	6,75	1	4022	1916
Coleta 10	11	62,167	15,67	0,09625	0,0275	0,069	71,452	6,204	17,967	2,467	2,423	0,143	10,49	3	170	40
Coleta 11	18	83,9	15	0,1467	0,088667	0,058	50,789	6,1789	18,667	0	0	0	0	0	2984	112
Coleta 12	17,5	74,2889	14,556	0,0363	0,0215	0,01483	53,242	5,89778	18,2	2,01667	1,31667	2,7533	0	4	162	40
Média	16,16	73,61	14,85	0,13	0,06	0,08	72,37	5,87	31,4	2,79	2,4	1,1	8,08	2,11	1766	717,3

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E.Coli* = Escherichia Coli.

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 05 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 2.

PONTO 2																
	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
Coleta 1	15,9	35,81	12,13	0,024	0,058167	0,058167	78,79	5,553	95,9	3,163	3,393	1,44	0	0	0	0
Coleta 2	20,9	67,46	30,0556	0,18425	0,2435	0,0835	91,301	5,8167	47,13	2,413	3,37667	0,5833	0	0	0	0
Coleta 3	20,2	256,67	14	0,126	0,0735	0,03425	84,24556	6,124	51,8	2,556	2,57	0,33	0	0	0	0
Coleta 4	21,7	67,833	13,967	0,154	0,092	0,062	79,22	5,9433	41,3	0	0	0	0	7	1565	285,5
Coleta 5	20,6	116,3	16,744	0,11667	0,06925	0,0315	81,3411	6,18556	28,2333	0	0	0	0	0	6893	31,5
Coleta 6	14,9	222,1889	24,37778	0,109833	0,0915	0,18817	0	6,2556	34,3	2,99	2,19	0,8533	0	4	122	80
Coleta 7	14	303,211	29,7	0,158167	0,08867	0,0695	0	6,8256	28,467	0	0	0	5,783	2	2320	1074
Coleta 8	12,3	166,367	20,811	0,1326	0,029	0,1435	71,7189	6,614	27,3	0	0	0	10,173	0	338	62
Coleta 9	9,9	95,489	16,156	0,382167	0,3567	0,0255	84,98	6,54	16,5667	0	0	0	10,3467	1	2402	882
Coleta 10	15	143,32	20,867	0,07467	0,03833	0,03633	90,11	6,684	21	1,66	7,36	0,4867	9,11	2	570	126
Coleta 11	17	155,411	18,42	0,094	0,032667	0,06133	68,0733	6,8244	22,1667	0	0	0	0	0	694	440
Coleta 12	18	165,4778	19,51	0,072	0,0353	0,03667	79,66778	6,858889	26,6	1,2033	8,2633	1,48667	0	4	576	264
Média	16,7	149,63	19,73	0,14	0,1	0,07	80,94	6,35	36,73	2,33	4,53	0,86	8,85	2,22	1720	360,56

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E.Coli* = Escherichia Coli.

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 06 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 3.

PONTO 3																
	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
Coleta 1	17	19	11,63	0,082667	0,061333	0,021333	63,09	5,55	100,8	2,423	5,6467	1,667	0	0	0	0
Coleta 2	19,8	32,61	29,44	0,27825	0,105667	0,15275	67,41778	5,845	49,4667	1,65	2,9133	1,07	0	0	0	0
Coleta 3	19,3	292,51	13,15	0,1983	0,122333	0,076	62,6567	6,042	38,5	1,703	3,503	0,48	0	0	0	0
Coleta 4	21,8	529,589	51,622	0,51767	0,33733	0,18033	65,2011	5,4556	36,8667	0	0	0	0	24	0	2284,5
Coleta 5	19,7	351,42	36,822	0,332167	0,19633	0,135833	63,71556	5,54778	27,5333	0	0	0	0	0	7556	172,5
Coleta 6	15,6	500	57,38889	0,5135	0,3725	0,141	0	6,5033	24,2667	2,0767	2,673	1,02	0	4	844	206
Coleta 7	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1476
Coleta 8	14,3	124,644	15,22	0,269	0,033	0,235667	67,922	6,62	20,53	0	0	0	6,62	0	1918	1146
Coleta 9	14,8	27,944	12,42	0,0465	0,0255	0,024	64,173	6,56	13,53	0	0	0	10,3767	0	260	20
Coleta 10	18	55,5	14,67	0,077	0,03133	0,045667	69,92	6,6256	14	1,8267	5,1367	0,763	7,323	5	238	20
Coleta 11	17	47,9	13,267	0,066	0,02533	0,040667	61,3422	6,7667	16,1	0	0	0	0	0	322	0
Coleta 12	18	54,7	12,644	0,1243	0,14275	0,0725	54,13778	6,65111	19,133	1,76	3,34667	1,58	0	3	160	40
Média	17,61	169,65	22,36	0,21	0,12	0,09	53,30	5,68	30,06	0,95	1,93	0,55	8,11	4,50	941,50	447,08

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E.Coli* = Escherichia Coli.

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 07 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 4.

PONTO 4																
	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
Coleta 1	16,2	46,13	11	0,087333	0,06275	0,02575	86,107	5,525	56	2,536	2,4433	1,443	0	0	0	0
Coleta 2	21,6	31,81	10,82	0,132167	0,125	0,067167	100,48	6,317	37,33	1,95	1,22667	1,07	0	0	0	0
Coleta 3	20,3	34,7	10,85	0,12683	0,0733	0,0535	89,83	6,7289	51,33	2,0867	1,4866	0,35667	0	0	0	0
Coleta 4	22,8	53,656	12,244	0,123	0,09233	0,030667	94,0511	5,95778	36,4	0	0	0	0	5	1244	197
Coleta 5	20,3	60,4556	13,056	0,121	0,076	0,045	74,53778	6,17333	30,333	0	0	0	0	0	3822	399
Coleta 6	13,9	37,7778	10,7667	0,102833	0,6567	0,03717	0	6,61	32,9	2,23	1,5	0,89	0	4	7644	640
Coleta 7	12	172,5	19,5889	0,111917	0,36635	0,0305	0	7,0911	28,467	0	0	0	6,135	3	3152	892
Coleta 8	9,6	166,244	17,578	0,588	0,039667	0,54833	64,6167	6,821	22,4	0	0	0	10,65	0	2634	1058
Coleta 9	12,5	38,056	12,0011	0,074	0,041	0,033	87,2633	6,39	20,3	0	0	0	10,47	1	14430	3012
Coleta 10	16	83,42	16,4	0,15133	0,030667	0,120667	80,35889	6,864	26,133	1,68	4,13	0,7467	9,3767	3	3874	2834
Coleta 11	17	73,4	12,82	0,081167	0,0255	0,055667	71,6522	7,12667	20,3	0	0	0	0	0	1638	914
Coleta 12	18	97,12	14,211	0,04933	0,023667	0,025667	69,6844	6,986667	25,433	1,54	4,42333	1,40333	0	3	1010	348
Média	16,68	74,61	13,44	0,15	0,13	0,09	81,86	6,55	32,28	2	2,53	0,98	9,16	2,11	4383,11	1143,78

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E. Coli* = Escherichia Coli.

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 08 - Tabela resumo dos resultados das coletas do Ponto 5.

PONTO 5																
	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
Coleta 1	16	47,76	11,7	0,137333	0,106	0,031333	96,04	5,815	80,5	3,02	2,73	1,433	0	0	0	0
Coleta 2	22,3	24,25	12,75	0,14375	0,09425	0,0495	115,411	6	38,633	2,30667	1,37667	0,6766	0	0	0	0
Coleta 3	21,3	64,93	10,4	0,10983	0,093	0,023	104,0044	6,9055	53,43	2,88	1,73	0,34	0	0	0	0
Coleta 4	23,3	62,2556	12,544	0,109	0,0735	0,0355	105,3	6,1911	46,9	0	0	0	0	13	8704	2064
Coleta 5	20,7	62,78667	12,7	0,104833	0,067167	0,037667	83,92333	6,311	20,8333	0	0	0	0	0	4360	441
Coleta 6	13,9	78,6556	12,5111	0,127667	0,10167	0,026	0	7,0933	39,2	2,69	1,9367	0,8933	0	4	1024	1742
Coleta 7	13	123,74	16,478	0,11625	0,10167	0,029617	0	7,171	35,7	0	0	0	5,51	2	2592	1090
Coleta 8	9,5	156,244	17,7	0,097	0,03775	0,07333	69,1089	6,734	17,2667	0	0	0	6,0967	0	3978	1476
Coleta 9	12,7	35,11	11,3589	0,08283	0,0515	0,0313	109,144	6,64	23,33	0	0	0	9,5	2	5292	2406
Coleta 10	18	72,7	15,267	0,0325	0,033	0,0595	89,43	6,902	21	2,27	4,53	0,746	9,153	1	1966	914
Coleta 11	17	70,289	12,356	0,0933	0,04583	0,0475	80,4033	6,86	24,5	0	0	0	0	0	998	962
Coleta 12	18	79,72	13,1888	0,068	0,031	0,037	65,7933	7,02556	23,5667	1,663	3,98667	1,1	0	3	688	504
Média	17,14	73,2	13,25	0,1	0,07	0,04	91,86	6,64	35,4	2,47	2,72	0,86	7,56	2,78	3289,11	1288,78

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E. Coli* = Escherichia Coli.

Fonte: Da autora (2022).

5.4.1 Ponto 1

A partir da Tabela 04, pôde-se observar que a **temperatura** no ponto 1 se manteve constante nos meses de verão, ocasião em que foram realizadas as primeiras coletas, sendo que nos meses de inverno elas baixaram, esatndo em concomitância com a temperatura ambiente. Ressalta-se que na coleta 6, mês de abril, o ponto 1 estava seco, permitindo medir apenas a temperatura. O mês de janeiro (coleta 4) é o que possui as temperaturas mais altas, enquanto no inverno, as temperaturas mais baixas são no mês de junho (coleta 8).

Quando comparado aos demais pontos o ponto 1 foi o que obteve os menores valores de **cor**. Este parâmetro obteve grande variação, em destaque à dois picos altos, um de 136,13 u.C na coleta 4 (mês de janeiro) e 103,7556 u.C na coleta 8 (mês de junho). Na Figura 05, o mapa demonstrando a área e os pontos de coleta indica uma estrada acima do ponto 1, que por sua vez, provavelmente provocou desvio no canal de drenagem e pode contribuir e carrear efluentes e resíduos sólidos para o referido curso d'água, alterando a cor da água. Sendo assim, conforme este parâmetro, a água do Ponto 1 enquadra-se na Classe 4 da Resolução do Conama 357/2005, pois o limite para enquadrar-se nas outras classificações é até 75 u.C.

O parâmetro **turbidez** não teve significativa variação, obtendo um valor mínimo de 12,36 NTU e o máximo de 18,156 NTU. Com isso, enquadra-se a água do Ponto 1 conforme este parâmetro na Classe 1 da Resolução do Conama 357/2005.

Quanto aos **sólidos totais suspensos**, também obtiveram valores baixos e baixa variação entre si e o valor limite. Sendo assim, comparando os valores encontrados pela presente pesquisa com os de estudos também realizados em águas naturais como Reisner & Oliveira (2015), Xavier, et al. (2017) e Neiva (2019), todos os valores encontrados durante o período da pesquisa são considerados baixos, pois os valores variaram entre 370-600 mg/L, 0-1500 mg/L e 10-60 mg/L respectivamente.

Conforme Lemos, et al., (2016), a presença dos sólidos na água prejudica a entrada de energia no ecossistema, diminuindo a ação da fotossíntese e também a concentração de oxigênio dissolvido na água. E ainda, reter bactérias e micro-organismos que podem ser prejudiciais à vida aquática. Sendo assim, o fato dos valores de sólidos serem baixos, não significa que este parâmetro não deve ser levado em

consideração, pois se não houver monitoramento adequado da área, as concentrações podem aumentar tornando-se um problema para o meio.

Porém, sabe-se que o estado normal da água é quando os **sólidos fixos** possuem valores mais altos que os **voláteis**. No caso do Ponto 1, 6 coletas tiveram os sólidos voláteis maiores que os fixos, isso representa a presença de matéria orgânica da água. Portanto, pôde-se observar conforme a Figura 05 apresentada, que apesar do Ponto 1 não obter nenhuma atividade industrial ou que possa gerar impacto ambiental na qualidade da água, este ponto sofre, ocasionalmente, determinado despejo de efluentes e/ou resíduos sólidos.

A **condutividade elétrica** (CE) no ponto 1 variou entre 50 a 103 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sabe-se que não existe um padrão de condutividade na legislação (PIRATOBA, et al. 2016), mas, conforme relata Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Baseando-se nisso, os valores encontrados em todos os pontos da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires encontram-se dentro do padrão de águas naturais, apesar de ter excedido 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pode-se considerar que o Ponto 1 encontra-se enquadrado no limite das águas naturais referente à CE.

O **pH** apresentou pouca variação entre as coletas, variando de 5,684 a 6,204. Este representa um valor mais ácido, visto que o limite da Resolução do Conama 357/2005 é de 6,0 a 9,0 para todas as classificações e ainda, a Portaria nº 2914/2005 no Ministério da Saúde recomenda os valores entre 6,0 e 9,5 para pH.

Visto que no ponto 1 o valor mínimo de pH é de 5,38, pode-se observar que o Ponto 1 encontra-se moderadamente fora do limite inferior e dentro do limite superior proposto pelo MS e pelo CONAMA. Porém, o estudo realizado por Queiroz & Oliveira (2018), relata que as águas naturais que não recebem nenhum tipo de tratamento possuem pH entre 4,0 e 9,0, e concluiu que resultados de pH dentro desta faixa enquadram-se na normalidade da água, sendo valores corrigíveis e não provocam riscos para os moradores.

Já a **dureza** obteve grande variação entre as coletas, sendo o valor mínimo de 15,16 mg/L e valor máximo de 99,05 mg/L. Apesar disso, estes valores estão dentro do limite da Portaria do MS 1924/2011, visto que tal parâmetro não se encontra na Res. Conama 357/2005. Este limite é de 500 mg/L, para potabilidade da água, observando assim que a qualidade da água referente ao parâmetro dureza no ponto 1 encontra-se de acordo com as legislações vigentes.

Referente aos parâmetros **cloreto, nitrato e fosfato** destaca-se algumas considerações. Conforme a Resolução do Conama 357/2005, o limite para a presença de cloreto é de 250 mg/L para enquadrar-se na classe 1, isso significa que os valores de cloreto apresentados no ponto 1 estão dentro da margem estabelecida. O nitrato possui um limite de 10 mg/L, também se encontra dentro do estabelecido pela Resolução do Conama 357/2005, considerando que variaram entre 1,45 a 4,40 mg/L, observa-se que este parâmetro está dentro do limite estipulado.

O fosfato, apesar de não ter um limite estabelecido nas legislações, conforme já relatado no tópico anterior, o padrão das águas naturais para a quantidade da água de fosfato é de 1 mg/L, porém percebe-se que na coleta 1 e na coleta 12 os valores extrapolaram tal limite. Sabendo que a presença de fosfato na água é um indicador de contaminação, observa-se que nas coletas 1 e 12 pode ter ocorrido o despejo de efluente que possa ter alterado a qualidade da água.

O **oxigênio dissolvido** (OD) foi medido apenas nas coletas 7, 8, 9 e 10 por problemas técnicos. Mas, com os resultados obtidos pôde-se analisar que na coleta 7, com o valor de OD de 4,7 mg/L, enquadra-se na Classe 4 da Resolução do Conama 357/2005, pois o limite é ser superior a 2 mg/L. Já nas coletas 8, 9 e 10 obteve-se os valores de 10,39 mg/L, 6,75 mg/L e 10,49 mg/L, respectivamente, enquadrando-se na Classe 1 da referida resolução. Contudo, percebe-se que no geral, o OD representa uma boa qualidade da água, em que classifica-se em maior parte do período de coleta, na Classe 1 da resolução, exigindo pouco investimento no tratamento da água para abastecimento público.

A **DBO** também foi medida em um curto período de coleta, porém observou-se a presença em 5 coletas. Visto que para a enquadrar-se na classe 1 o limite é 3 mg/L, para a classe 2 é 5 mg/L e para a classe 3 é 10 mg/L. Sendo assim, nas coletas 5, 6 e 11 os valores encontrados de DBO foram 0, estão inseridos na classe 1. A coleta 8 mostra

o valor 0 porém neste período a análise sofreu problemas técnicos. O valor encontrado para DBO na coleta 4 foi de 6 mg/L, estando no limite para a classe 3, na coleta 5 e 6 foram 0, logo estão inseridos na classe 1, a coleta 7 foi de 5 mg/L, inserido na classe 2, na coleta 9 obteve o valor de 1 mg/L, estando dentro do limite da classe 1, e por fim, na coleta 12 o valor foi de 4, enquadrando-se na classe 2.

Sendo assim, percebe-se que a DBO sofreu grande alteração de uma coleta para outra, caracterizando assim, determinada influencia antrópica nos períodos em que as classes de qualidade da água aumentaram para 2 e 3.

Logo, correlacionando as coletas que foram realizadas em ambos parâmetros (DBO e OD), pode-se observar que na coleta 7 no OD, o menor valor foi no ponto 1 (4,7 mg/L) e na coleta 7 na DBO, o maior valor foi também no ponto 1 (5 mg/L) comparando com os resultados de todos os pontos. Uma pesquisa realizada durante o período de 2002 até 2016 de análise da qualidade água de uma bacia, mostrou que a água teve uma piora dentro desse período, e os autores relacionaram aos altos índices de DBO e baixos índices de OD devido aos lançamentos de efluentes domésticos sem tratamento no curso d'água (BEGA, et al., 2021). Portanto, mesmo que conforme a Figura 05 mostre que não têm atividades industriais que possam interferir na qualidade da água do Ponto 1, observa-se uma rodovia logo a montante deste ponto em que pode ter sofrido algum desvio da drenagem, podendo provocar descarrego de resíduos sólidos e/ou líquidos no referido ponto.

Para os **coliformes totais e *E. coli***, ressalta-se que nos três primeiros meses de coleta, não foram realizadas as análises por problemas técnicos. Os valores de coliformes oscilaram bastante entre os períodos de coletas, pois o valor mínimo foi de 162 NMP/100 ml e o máximo de 4022 NMP/100 ml. E ainda, os coliformes totais não estão contemplados na Res. Conama 357/2005, porém na Portaria do MS 2914/2011 determina a ausência de ambos parâmetros na água.

Sendo assim, a presença de coliformes pode ser explicada pelo uso e ocupação do solo, tendo a presença em grande parte da bacia de atividades pecuárias, criação de animais como porco, galinha, pato e dentre outros citados e mostrados no questionário socioeconômico.

Por fim, o parâmetro *E.coli* também oscilaram bastante entre as coletas, obtendo um valor mínimo de 40 NMP/100 ml e valor máximo de 2086 NMP/100 ml.

Considerando a Res. Conama 357/2005, enquadrando-se na classe 3, observa-se que tal parâmetro se faz presente no Ponto 1, mesmo sendo o ponto mais distante das residências e o mais afastado das atividades industriais, pois trata-se de um curso d'água de 1ª ordem, muito próximo à nascente. Com isso, pôde-se observar que existe interferência antrópica neste ponto, por despejos de efluentes domésticos ou despejo dos efluentes referentes às criações de animais.

5.4.2 Ponto 2

A **temperatura** no ponto 2 variou de 9,9°C à 21,7°C, sendo os maiores valores nos meses quentes e os menores nos meses frios, mostrando concordância nos dados encontrados com a temperatura ambiente.

A **cor** variou de 35,81 a 303,21 u.C, ressaltando que esse pico maior de cor foi no mês de maio, coleta 7, em que a precipitação chegou próxima a 90 mm, podendo ter influência na alteração deste parâmetro. Pois segundo Piratoba et al. (2017), o aumento da precipitação, provoca o aumento do transporte de material orgânico e inorgânico drenado nas margens dos recursos hídricos, provocando aumento nos valores da cor.

Considerado que o limite permitido de cor para a Res. Conama 357/2005 é de 75 uC para classe 3, logo, observa-se que o referido parâmetro no geral, no ponto 2 enquadra-se na classe 4.

A **turbidez** variou entre 12,13 até 24,37 NTU, considerando que o limite estabelecido pela Res. Conama 357/2005 é de 40 NTU para a classe 1, conclui-se que o parâmetro turbidez no ponto 2 enquadra-se na classe 1 de qualidade da água.

Além disso, o ponto 2 obteve um dos valores mais altos de turbidez, sendo ele de 30,05 NTU. Esse valor mais elevado, quando comparado com o restante podem ter relação com a presença de sólidos em suspensão. Pois a turbidez representa a alteração da penetração da luz fomentado pelas partículas em suspensão, como bactérias, argilas, silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água (DIAS & POTT, 2013).

Quanto aos **sólidos totais suspensos**, variaram entre 0,024 até 0,38 mg /L, e comparando com os estudos já citados anteriormente no presente trabalho, estes são considerados baixos e não são indicadores de poluição/contaminação. E, quanto aos

sólidos fixos e voláteis, observou-se que em quatro coletas realizadas os sólidos voláteis tiveram valores maiores que os fixos, representando assim a presença de matéria orgânica. O Ponto 2 fica localizado na parte inferior de uma pedreira, como pôde-se verificar na Figura 05, logo, tal atividade pode ter influência na presença de matéria orgânica nesses meses de coletas.

A **condutividade elétrica** variou entre 68,0733 a 91,301 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e conforme já relatado, as águas naturais possuem a CE entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. e, portanto, o Ponto 2 enquadra-se no limites das águas naturais.

O **pH** variou entre 5,5 a 6,85, obtendo em 9 coletas valores a cima de 6. Sendo assim, pôde-se observar que tal parâmetro encontra-se dentro do limite estabelecido na Res do Conama 357/2005 que é de 6,0 a 9,0. Esse intervalo de limite serve para as 3 classificações de qualidade da água, portanto, só com o pH não se pode enquadrar em uma das classificações, é necessário analisar o restante dos parâmetros.

O parâmetro **dureza** variou entre 21 a 95 mg/L, visto que que tal parâmetro não se encontra na Res. Conama 357/2005, este encontra-se na Portaria do MS 1924/2011, sendo o limite de 500 mg/L. Com isso, é possível observar que os valores encontrados estão dentro do limite permitido pela legislação.

Os valores de **cloretos** variaram entre 1,2 a 3,37 mg/L, considerando que o limite da Res. Conama 357/2005 é de 250 mg/L, analisa-se que o ponto 2 está dentro do limite estipulado pela tal legislação. Porém, como este limite é o mesmo para todas classificações, não é possível classificar a qualidade da água apenas com o parâmetro cloreto.

Os valores de **nitrato** variaram entre 2,19 a 8,26 mg/L, considerando que o limite conforme Res. Conama 357/2005 é de 10 mg/L, observa-se que os valores de nitrato do ponto 2 encontram-se dentro do limite da referida legislação. Porém, ressalta-se que na coleta 12, no ponto 2 o nitrato teve um valor extremamente diferente dos demais (8,26 mg/L), bem próximo ao limite de potabilidade. Esse valor pode ser explicado por despejos de efluentes próximo à área, pois LUNELLI, et al., (2019) relata que o nitrogênio pode ser um indicador de contaminação sob forma de chorume, efluentes industriais e esgotamento sanitário, tendo este parâmetro como um sinal de poluição organiza nos processos biológicos, prejudicando a vida dos organismos aquáticos.

Quanto ao **fosfato**, apesar de não obter um limite determinado nas legislações, o padrão das águas naturais para qualidade da água é de 1 mg/L. Com isso, os valores de fosfato no ponto 2 variaram de 0,33 a 1,48, tendo duas coletas com valor maior que 1 mg/L, nas coletas 1 e 12. Com isso, e em observa-se que o ponto 2 possa ter recebido efluentes nesses períodos.

O **oxigênio dissolvido**, conforme o ponto 1, também foi analisado em 04 coletas, sendo elas, 7, 8, 9 e 10. Sendo assim, o valor mais baixo é de 5,783 mg/L, na coleta 7, enquadrando-se na classe 2 e o restante dos resultados enquadram-se na classe 1 (Res. Conama 35/2005). Isto significa que a qualidade da água quanto ao OD do Lajeado dos Pires é, no geral, classe 1, visto que o valor mínimo de 5,78 mg/L está ligeiramente abaixo do limite para a classificação de número 1, sendo este, 6 mg/L. Com isso, pôde-se observar que no mês da coleta 7 tenha ocorrido alguma destinação de efluentes na bacia em estudo visto que, conforme o mapa das atividades industriais ilustrado na Figura 05, existem atividades que possam ter contribuído para tal alteração.

Os valores de **DBO** variaram entre 0 e 7 mg/L, sendo o valor mais alto na coleta 4, mês de janeiro de 2021 e o menor, na coleta 11, mês de setembro de 2021. Com isso, Percebe-se a relação inversamente proporcional da DBO com a precipitação. Sendo assim, o mês de janeiro apesar de não ser um mês de precipitação constante, foi um período de chuvas espaçadas, com altos picos de precipitação, ressaltando que no dia da coleta do mês de janeiro, estava chovendo. Com isso, explica o valor alto de DBO na referida coleta.

Os **coliformes totais** no ponto 2 variaram de 122 a 6893 NMP/100ml, as coletas com os maiores valores foram a 4, 5, 7 e 9. Em destaque para a coleta 5 que obteve o valor mais alto, de 6893 NMP/100ml. Este valor alto indica a influência de despejo de efluentes no curso d'água que contenha desejos humanos ou de animais no referido período.

E por fim, a ***E.coli*** esteve presente no ponto 2, variando entre 31,5 a 1074 NMP/100ml. Apesar do ponto 2 não estar muito próximo das residências e nem de atividades industriais (Figura 05), apresenta altos calores de *E.coli*, indicando assim que esse ponto sofre descargo de efluentes domésticos, provenientes de residências ou das criações de animais sem tratamento dos resíduos líquidos gerados. Quanto à Resolução do Conama 357/2005, o ponto 2 encontra-se na classe 2 de qualidade da água.

5.4.3 Ponto 3

A **temperatura** no ponto 3 assim como os pontos anteriores, manteve correlação com as temperaturas ambientes, nos meses mais quentes, as temperaturas foram mais altas e nos meses de frio, entre as coletas 6 e 9, os valores de temperatura foram mais baixos.

O parâmetro **cor** teve alta variação entre as coletas, pois variou de 19 a 529 u.C. Os valores mais altos foram nas coletas 4, 5 e 6, meses de janeiro, fevereiro e abril de 2021, meses em que a precipitação começou a aumentar comparado com os meses anteriores de coleta. Em relação à legislação, o referido parâmetro enquadra-se na classe 4, pois o limite para ser de classe das outras classes é de 75 u.C.

Como ocorreu no ponto 2, o ponto 3 obteve os valores mais altos de cor. Sendo assim, esses pontos são os que possuem a vegetação mais densa e fechada, e isso pode influenciar nos valores altos de cor nesses pontos. Pois conforme já citado, a cor pode sofrer alteração quando deparada com a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, devido aos ácidos húmicos e tanino, provenientes da decomposição vegetal, e não nocivo à saúde.

Outra relação que pôde-se observar foi a influência da precipitação no parâmetro cor. Em relação ao ponto 3, no dia em que foi observado o valor de 529,589 u.C, foi no mês de janeiro (Coleta 4) em que estava precipitando durante a coleta. Pois segundo Piratoba et al. (2017), o aumento da precipitação, provoca o aumento do transporte de material orgânico e inorgânico drenado nas margens dos recursos hídricos, provocando aumento nos valores da cor.

O parâmetro **turbidez** variou de 11,63 a 57,38 NTU, sendo os valores mais altos nas coletas 4 (51,62 NTU), coleta 5 (36,82 NTU) e coleta 6 (57,38 NTU). Em relação à legislação, os valores encontrados para turbidez enquadram-se na classe 2 da Resolução do CONAMA 357/2005.

Sabe-se que a turbidez possui estreita relação com os sólidos em suspensão (CHAGAS, 2015), e com isso, pode-se destacar que nesses mesmos períodos de coletas, os valores de **sólidos totais suspensos** também foram os mais altos de todo o período de coleta no ponto 3. Pois a turbidez representa a alteração da penetração da luz fomentado pelas partículas em suspensão, como bactérias, argilas, silte ou fontes de

poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água (DIAS & POTT, 2013).

Mesmo sendo altos, os valores de sólidos totais suspensos no ponto 3 foram baixos quando comparados com os trabalhos já citados na presente pesquisa, bem como Reisner & Oliveira (2015), Xavier, et al. (2017) e Neiva (2019). Em relação aos **sólidos fixos e voláteis**, pôde-se observar que em 5 coletas os sólidos fixos foram maiores que os sólidos voláteis, caracterizando assim, presença de matéria orgânica no curso d'água.

A **condutividade elétrica** variou entre 54,13 a 69,92 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e conforme já relatado, as águas naturais possuem a CE entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, o ponto 3 enquadra-se no limites das águas naturais, obtendo assim, uma boa qualidade da água referente à este parâmetro.

O **pH** variou entre 5,55 a 6,7, obtendo em 7 coletas valores a cima de 6. Sendo assim, pôde-se observar que tal parâmetro encontra-se dentro do limite estabelecido na Res. do Conama 357/2005 que é de 6,0 a 9,0, quando o menor valor encontra-se ligeiramente abaixo do limite inferior estabelecido pela legislação. Conforme relatado nos tópicos anteriores, esse intervalo de limite serve para as três classificações de qualidade da água, portanto, só com o pH não se pode enquadrar em uma das classificações, é necessário analisar o restante dos parâmetros.

O parâmetro **dureza** variou entre 13 a 100,8 mg/L, ressaltando que tal parâmetro não se encontra na Res. Conama 357/2005 e sim na Portaria do MS 1924/2011, com o limite de 500 mg/L. Com isso, é possível observar que os valores encontrados estão dentro do limite permitido pela legislação, estando extremamente abaixo do valor permitido, obtendo uma boa qualidade da água neste ponto.

Os valores de **cloretos** variaram entre 1,65 a 2,42 mg/L, considerando que o limite da Res. Conama 357/2005 é de 250 mg/L, analisa-se que o ponto 3 está dentro do limite estipulado pela legislação, porém este valor é válido para todas classes, não sendo possível classificar a água em sua totalidade apenas com o parâmetro cloreto.

Os valores de **nitrito** variaram entre 2,67 a 5,64 mg/L, considerando que o limite conforme Res. Conama 357/2005 é de 10 mg/L para todas classificações, os valores apresentados pelo ponto 3 estão de acordo com a referida legislação.

Quanto ao **fosfato**, sabe-se que o fosfato apesar de não obter um limite determinado nas legislações, o padrão das águas naturais para qualidade da água é de 1 mg/L. Com isso, os valores de fosfato no ponto 3 variaram de 0,48 a 1,58, obtendo 4 valores dos 6 que foram realizados a cima do valor permitido para águas naturais, caracterizando assim determinada descarga de efluentes nesses períodos de coleta.

O **oxigênio dissolvido**, no ponto 3 foi analisado em apenas 03 coletas, sendo elas, 8, 9 e 10. Sendo assim, o valor mais baixo é de 6,62 mg/L, logo, todos os resultados enquadram-se na classe 1da Res. Conama 35/2005. Isso pode ser explicado pela localização do ponto 3, é o ponto mais afastado das residências e das demais atividades industriais.

Os valores de **DBO** variaram entre 0 e 24 mg/L, sendo, novamente o valor mais alto na coleta 4, mês de janeiro de 2021 e o menor, na coleta 12, mês de outubro de 2021. Conforme também já relatado, a DBO e a precipitação possuem relação inversamente proporcional. Sendo assim, o mês de janeiro apesar de não ser um mês de precipitação constante, foi um período de chuvas espaçadas, com altos picos de precipitação, ressaltando que no dia da coleta do mês de janeiro, estava chovendo, podendo explicar o valor bem alto neste período de coleta.

Os **coliformes totais** no ponto 3 variaram de 160 a 7556 NMP/100ml, as coletas com os maiores valores foram a 5, 6 e 8. Em destaque para a coleta 5, novamente, que obteve o valor mais alto, de 7556 NMP/100ml. Este valor alto indica a influência de despejo de efluentes no curso d'água que contenha desejos humanos ou de animais no referido período. Sendo assim, pôde-se observar que na coleta 5 (fevereiro de 2021), obteve despejo de efluentes nos pontos mais altos da bacia.

E por fim, a ***E.coli*** esteve presente no ponto 3 com os valores variando entre 40 a 2284,5 NMP/100ml. Com os valores apresentados, considera-se que a água, conforme este parâmetro, enquadra-se a classe 3 da Res. Conama 357/2005. Apesar do ponto 3 também não estar muito próximo das residências e nem de atividades industriais (Figura 05), apresenta altos valores de *E.coli*, indicando assim que esse ponto sofre descargo de efluentes domésticos, provenientes de residências ou das criações de animais sem tratamento dos resíduos líquidos gerados.

5.4.4 Ponto 4

A **temperatura** no ponto 4 manteve o mesmo padrão dos pontos anteriores, resultados com pouca variação entre as coletas, e nos meses de frio, entre as coletas 6 e 9, os valores foram mais baixos. O valor máximo de temperatura neste ponto foi de 22,8 °C e o mínimo foi de 9,6 °C.

O parâmetro **cor** teve, novamente, alta variação entre as coletas, pois variou de 31,81 a 172,5 u.C. Percebe-se que os valores no ponto 4 são menores comparados ao ponto 3, mesmo que esteja mais próximo à atividades industriais e das residências, podendo observar que o parâmetro cor na bacia em estudo possui maior relação com a cobertura vegetal do entorno de cada ponto do que com as atividades domésticas/industriais.

Porém ainda assim em relação à legislação, o referido parâmetro ainda enquadra-se na classe 4, pois o limite para ser de classe 3 é de 75 u.C.

O parâmetro **turbidez** variou de 10,82 a 19,58 NTU, sendo os valores mais altos nas coletas 7 (19,58 NTU) e coleta 8 (36,82 NTU). Apesar do parâmetro turbidez ter relação direta com a presença de **sólidos totais em suspensão**, nesse ponto, essa relação teve alteração, pois o maior valor de sólidos em suspensão foi de 0,588 mg/L, na coleta 8 e o restante dos resultados tiveram valores mais altos que a coleta 7, quando o valor de turbidez foi de 19,58 NTU. Apesar disso, os valores mostrados no ponto 4 de turbidez enquadram-se na classe 1 das águas doces da Resolução do CONAMA 357/2005.

Além disso, conforme os estudos citados Reisner & Oliveira (2015), Xavier, et al. (2017) e Neiva (2019), em que foram realizados em curso d'água em área rural, bem como a área objeto da presente pesquisa, pôde-se constatar que os valores encontrados de sólidos totais suspensos são baixos. Portanto, apenas com valores de sólidos totais suspensos é possível avaliar a qualidade da água de um curso d'água, é necessário analisar os demais parâmetros.

Em relação aos **sólidos fixos e voláteis**, pôde-se observar que em quatro coletas os sólidos fixos foram maiores que os sólidos voláteis, caracterizando assim, presença de matéria orgânica no curso d'água. Essas 4 coletas foram as de número 8, 10, 11 e 12, os períodos que a precipitação foi mais alta, comparado com os outros meses de coleta.

A **condutividade elétrica** variou entre 64,61 a 100,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e conforme já relatado, as águas naturais possuem a CE entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, observa-se que o ponto 4 apesar do valor máximo estar ligeiramente a cima do valor permitido para águas naturais, pode-se considerar que este ponto enquadra-se no limites das águas naturais, obtendo assim, uma boa qualidade da água referente à este parâmetro.

Além disso, é possível observar que a CE no ponto 4 teve valores maiores comparados ao ponto 3, bem como os valores de temperatura. Com isso, sabe-se que a CE possui relação diretamente proporcional com a temperatura, explicando assim o aumento dos valores em ambos parâmetros neste ponto.

O **pH** variou entre 5,55 a 7,12, obtendo em 10 coletas a cima de 6,0. Sendo assim, pôde-se observar que tal parâmetro encontra-se dentro do limite estabelecido na Res. do Conama 357/2005 que é de 6,0 a 9,0, pois as duas coletas que ficaram abaixo deste valor, foram valores próximos de 6. Conforme relatado nos tópicos anteriores, esse intervalo de limite serve para as três classificações de qualidade da água, portanto, só com o pH não se pode enquadrar em uma das classificações, é necessário analisar o restante dos parâmetros.

O parâmetro **dureza** variou entre 20,3 a 56 mg/L, ressaltando que tal parâmetro não se encontra na Res. Conama 357/2005 e sim na Portaria do MS 1924/2011, com o limite de 500 mg/L. Com isso, é possível observar que os valores encontrados estão dentro do limite permitido pela legislação, estando extremamente abaixo do valor permitido, obtendo uma boa qualidade da água neste ponto referente à este parâmetro.

Os valores de **cloretos** variaram entre 1,54 a 2,536 mg/L, considerando que o limite da Res. Conama 357/2005 é de 250 mg/L, analisa-se que o ponto 4 está dentro do limite estipulado pela legislação, porém este valor é válido para todas classes, não sendo possível classificar a água de todo o ponto apenas com o parâmetro cloreto.

Os valores de **nitrito** variaram entre 1,22 a 4,42 mg/L, considerando que o limite conforme Res. Conama 357/2005 é de 10 mg/L para todas classificações, os valores apresentados pelo ponto 4 estão de acordo com a legislação.

Quanto ao **fosfato**, sabe-se que o fosfato apesar de não obter um limite determinado nas legislações, o padrão das águas naturais para qualidade da água é de 1 mg/L. Com isso, os valores de fosfato no ponto 4 variaram de 0,35 a 1,4, obtendo 3

valores dos 6 analisados a cima do valor permitido para águas naturais, caracterizando assim determinada descarga de efluentes nesses períodos de coleta.

O **oxigênio dissolvido**, no ponto 4 foi analisado em apenas 04 coletas, sendo elas, 7, 8, 9 e 10. Sendo assim, o valor mais baixo é de 6,135 mg/L, logo, todos os resultados enquadram-se na classe 1 da Res. Conama 35/2005 que no qual, o valor não pode ser inferior a 6 mg/L.

Os valores de **DBO** variaram entre 0 e 5 mg/L, sendo, novamente o valor mais alto na coleta 4, mês de janeiro de 2021 e o menor, na coleta 9, mês de julho de 2021. Conforme também já relatado, a DBO e a precipitação possuem relação inversamente proporcional. Sendo assim, o mês de janeiro apesar de não ser um mês de precipitação constante, foi um período de chuvas espaçadas, com altos picos de precipitação, ressaltando que no dia da coleta do mês de janeiro, estava chovendo, podendo explicar o valor bem alto neste período de coleta. Já o mês de julho teve baixos valores de precipitação, sendo o maior valor de 18 mm.

Os **coliformes totais** no ponto 4 variaram de 1010 a 14430 NMP/100ml, as coletas com os maiores valores foram a 5, 6 e 9. Em destaque para a coleta 9, que obteve o valor mais alto, de 14430 NMP/100ml. Este valor alto indica a influência de descarga de efluentes no curso d'água que contenham desejos humanos ou de animais no referido período de coleta. As descargas são pontuais ao longo do Lajeado e ainda, dependem da demanda de utilização destes resíduos para serem descartados, como o ponto 4 encontra-se mais próximo às residências e atividades industriais, conforme Figura 05, pôde sofrer descargas mais frequentes quando comparado com os outros pontos.

E por fim, a ***E.coli*** esteve presente no ponto 4 com os valores variando entre 348 a 3012 NMP/100ml. Com os valores apresentados, considera-se que a água, conforme este parâmetro, enquadra-se a classe 3 da Res. Conama 357/2005. Percebe-se que os valores apresentados de *E.coli* no ponto 4 foram maiores comparados aos outros pontos. Esse aumento pode ser referente ao ponto 4 estar mais próximos das atividades industriais e das residências, estando mais sujeito à um despejo em maiores quantidades e variedades de efluentes. Essa classificação requer atenção porque a tendência do bairro da área do Lajeado dos Pires é obter maior desenvolvimento urbano, aumento da densidade populacional do bairro e do seu entorno, e se o Lajeado seguir sendo um ponto

de descarga de efluentes domésticos, a qualidade da água e de vida dos moradores pode vir a ser prejudicada.

5.4.5 Ponto 5

A **temperatura** no ponto 5 também manteve o mesmo padrão dos pontos anteriores, resultados com pouca variação entre as coletas, e nos meses de frio, entre as coletas 6 e 9, os valores foram mais baixos. O valor máximo de temperatura neste ponto foi de 23,3 °C e o mínimo foi de 9,5 °C.

Nas coletas 1, 2, 3, 4, e 5 o ponto 5 teve as temperaturas mais altas. Sendo assim, como o ponto 5 é o mais próximo às residências, possuindo menos arborização e cobertura vegetal comparado com os outros pontos, a água nesse ponto fica mais exposta à temperatura ambiente, ou seja, quanto maior a temperatura do ambiente, maior também a temperatura da água nesse ponto. Essa afirmativa pode ser explicada pelo processo de evapotranspiração.

Sabe-se que a evapotranspiração é considerada como a perda de água por evaporação do solo e transpiração da planta (FILHO et al. 2015). Então, no caso do Ponto 5 em que possui pouca vegetação, a transpiração da planta ocorre de forma mínima, influenciando o processo da evapotranspiração. Essa influência pode causar prejuízos no meio ambientes, visto que a evapotranspiração é essencial para a compreensão do ciclo hidrológico da água, sendo fundamental para o balanço hídrico de uma bacia (FILHO et al., 2015; CABRAL JÚNIOR & BEZERRA, 2018).

Ainda, sabe-se que o ponto 5 é um local mais urbanizado comparado com os outros pontos. E baseando-se nisso, Martini (2013) relata que a presença da vegetação em uma com atividades urbanas diminui as condições finais de temperatura, provocando resfriamento e diminui as ilhas de calor, bem comuns no meio urbano.

O parâmetro **cor** também obteve alta variação entre as coletas, alterando de 24,25 a 156,244 u.C. Percebe-se que os valores no ponto 5 são menores comparados aos pontos 2 e 3, mesmo que esteja próximo à atividades industriais e das residências. Em relação à legislação, o referido parâmetro ainda enquadra-se na classe 4, pois o limite

para ser de classe 3 é de 75 u.C. Portanto, percebe-se que o parâmetro cor possui maior relação com a cobertura vegetal do que com descarga de efluentes no curso d'água.

O parâmetro **turbidez** variou de 11,7 a 17,7 NTU, sendo os valores mais altos nas coletas 7 (16,47 NTU) e coleta 8 (17,7 NTU), mesmo fator que ocorreu no ponto 4. Esses meses das coletas 7 e 8 foram meses de alta precipitação, podendo ter relação com os valores maiores de turbidez, comparado com o restante dos meses.

O ponto 5 mesmo com maior densidade populacional, ainda é considerada área rural, aumentando assim a influência da precipitação sob a área em estudo. Pois Santos (2015) relata que a precipitação possui influência direta na relação entre a vazão e a qualidade de um curso d'água. Todavia, de forma geral, é difícil estabelecer uma relação direta entre precipitação e qualidade de água em área rural, em virtude de que as diferentes intensidades de precipitação provocam determinadas situações de impactos no solo, acarretando em processos erosivos associados com uso e ocupação dos terrenos, umidade do solo e demais fatores que desencadeiam processos erosivos que aumentam a turbidez, cor e o teor de matéria orgânica na água (SANTOS, 2015 apud FRITZSONS et al., 2003).

De igual forma que ocorreu no ponto 4, apesar do parâmetro turbidez ter relação direta com os **sólidos totais em suspensão**, nesse ponto, essa relação teve alteração, pois o maior valor de sólidos em suspensão foi de 0,14 mg/L, na coleta 2.

Em relação aos **sólidos fixos e voláteis**, pôde-se observar que em 3 coletas os sólidos fixos foram maiores que os sólidos voláteis, caracterizando assim, presença de matéria orgânica no curso d'água nas coletas 8, 10 e 12. Além de significar presença de matéria orgânica, esses períodos que os SF foram menores que os SV foram os meses que a precipitação foi mais alta, comparado com os outros meses de coleta, podendo ter alguma influência referente ao carreamento de materiais para este ponto, visto que ainda, o ponto 5 é que possui altitude mais baixa.

A **condutividade elétrica** variou de 69,10 a 115,411 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e conforme já relatado, as águas naturais possuem a CE entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, observa-se que o ponto 5 possui 4 dados de CE a cima do valor permitido para águas naturais, caracterizando assim, alteração na qualidade da água.

Sabe-se que a condutividade elétrica é influenciada pelo volume de chuva, pois, conforme Fraga et al. (2012), a concentração de sais presentes na água influencia nos valores de condutividade elétrica. Logo, o ponto 5 por ser o ponto mais baixo de toda a bacia em estudo, é o ponto que possui maior volume de precipitação, estando então em acordo com os valores mais altos apresentados.

Além de obter uma relação com volume chuva, a CE possui uma relação diretamente proporcional com a temperatura (LIMA; FRANÇA & LOIOLA 2014). Um trabalho realizado por Malheiros, et al., (2012), obteve-se uma correlação significativa e positiva entre a condutividade elétrica e a temperatura da água. Isso é explicado porque quanto maior a condutividade elétrica, maior a presença de íons dissolvidos, uma vez que a CE é proporcional a concentração iônica, e com isso, maior a excitação térmica dos elementos, provocando portanto, aumento na temperatura. Com isso, explica-se o aumento dos valores de temperatura nesse ponto.

Além de ter uma relação com a temperatura, a condutividade elétrica pode ser um parâmetro indicador de despejo de efluentes. Pois Henriques, et al (2008) relata que a condutividade elétrica não determina quais os íons que estão presentes na água, porém é um contribuinte para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração e esgotos.

O **pH** variou entre 5,8 a 7,09, obtendo em 11 coletas a cima de 6. Sendo assim, pôde-se observar que tal parâmetro encontra-se dentro do limite estabelecido na Res. do Conama 357/2005 que é de 6,0 a 9,0. Conforme relatado nos tópicos anteriores, esse intervalo de limite serve para as três classificações de qualidade da água, portanto, só com o pH não se pode enquadrar em uma das classificações, é necessário analisar o restante dos parâmetros.

O parâmetro **dureza** variou entre 17,26 a 80,5 mg/L, ressaltando que tal parâmetro não se encontra na Res. Conama 357/2005 e sim na Portaria do MS 1924/2011, com o limite de 500 mg/L. Com isso, é possível observar que os valores encontrados estão dentro do limite permitido pela legislação, estando extremamente abaixo do valor permitido, obtendo uma boa qualidade da água neste ponto referente à este parâmetro.

Porém, com análise dos dados de dureza das 12 coletas realizadas, foi possível identificar que em 8 destas, o ponto 5 teve o maior valor de dureza. Percebe-se que o

ponto 5 encontra-se muito próximo à um cemitério, conforme mostrado na Figura 05. Estudo realizado por Matos (2016), constatou que os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres aumentam a atividade microbiana no solo sob a área de sepultamento. E então, existem parâmetros de qualidade da água que demonstram alterações da presença deste tipo de resíduo e dentre eles está a dureza.

Os valores de **cloretos** variaram entre 1,6 a 3,02 mg/L, considerando que o limite da Res. Conama 357/2005 é de 250 mg/L, analisa-se que o ponto 5 está dentro do limite estipulado pela legislação, porém este valor é válido para todas classes, não sendo possível classificar a água de todo o ponto apenas com o parâmetro cloreto

Os valores de **nitrato** variaram entre 1,37 a 4,53 mg/L, considerando que o limite conforme Res. Conama 357/2005 é de 10 mg/L para todas classificações, os valores apresentados pelo ponto 5 estão de acordo com a legislação.

Quanto ao **fosfato**, sabe-se que apesar de não obter um limite determinado nas legislações, o padrão das águas naturais para qualidade da água é de 1 mg/L. Com isso, os valores de fosfato no ponto 5 variaram de 0,34 a 1,43, obtendo dois valores dos 6 analisados a cima do valor permitido para águas naturais, caracterizando assim determinada descarga de efluentes nesses períodos de coleta, que foram na coleta 1 (outubro de 2020) e na coleta 12 (outubro de 2022).

O **oxigênio dissolvido**, no ponto 5 também foi analisado em apenas 04 coletas, sendo elas, 7, 8, 9 e 10. Sendo assim, o valor mais baixo é de 5,51 mg/L, ligeiramente abaixo do valor para estar na classe 1 da Res. Conama 357/2005. Portanto, os outros valores encontram-se dentro de tal limite, enquadrando-se na classe 1 da referida resolução.

Os valores de **DBO** variaram entre 0 e 13 mg/L, sendo, novamente o valor mais alto na coleta 4, mês de janeiro de 2021. Conforme já descrito, a DBO e a precipitação possuem relação inversamente proporcional e então, o mês de janeiro foi um período de chuvas espaçadas, com altos picos de precipitação, ressaltando que no dia da coleta do mês de janeiro, estava chovendo, podendo explicar o valor bem alto neste período de coleta.

Os **coliformes totais** no ponto 5 variaram de 998 a 8704 NMP/100ml, as coletas com os maiores valores foram a 4, 5 e 9. Em destaque para a coleta 4, que obteve o valor

mais alto, de 8704 NMP/100ml. Este valor mais alto indica a influência de despejo de efluentes domésticos no curso d'água, provenientes das residências lindeiras.

E por fim, a *E.coli* esteve presente no ponto 5 com os valores variando entre 441 a 2406 NMP/100ml. Com os valores apresentados, considera-se que a água, conforme este parâmetro, enquadra-se a classe 3 da Res. Conama 357/2005. Percebe-se que apesar do pico do ponto 4 ser mais alto, o ponto 5 apresentou valores mais altos na maioria das coletas, sendo explicado por ser o ponto mais próximo da população e o ponto mais baixo da bacia, em que recebe a maior parte dos efluentes despejados no curso d'água.

5.5 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) PARA AJUSTE DOS PARÂMETROS COM A VAZÃO

Na tabela 09 a seguir mostram os R^2 calculados para cada parâmetro analisado na presente pesquisa em comparação com a vazão encontrada em cada um dos pontos. No apêndice A da presente pesquisa, encontram-se os gráficos e equações utilizadas para a determinação do coeficiente de determinação R^2 .

Tabela 09 – Valores do R² para cada parâmetro.

	T°	C	T	SS	SF	SV	CE	pH	D	Cl	Nit	Fosf	OD	DBO	Colif.	<i>E.Coli</i>
P1	0,13	0,09	0,28	0,04	0,25	0,02	0,005	0,08	0,10	0,21	0,15	0,04	0,49	0,02	0,07	0,6
P2	0,18	0,02	0,003	0,24	0,09	0,08	0,09	0,31	0,36	0,46	0,06	0,21	0,55	0,02	0,23	0,2
P3	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,18	0,14	0,03	0,20	0,38	0,24	0,24	0,27	0,13	0,23	0,06
P4	0,10	0,06	0,08	0,25	0,23	0,27	0,05	0,11	0,54	0,42	0,08	0,22	0,55	0,2	0,28	0,45
P5	0,20	0,10	0,03	0,25	0,46	0,27	0,06	0,11	0,50	0,42	0,12	0,25	0,47	0,14	0,13	0,13

T° = Temperatura; C = Cor; T = Turbidez; SS = Sólidos em Suspensão; SF = Sólidos Fixos; SV = Sólidos Voláteis; CE = Condutividade Elétrica; D = Dureza; Cl = Cloreto; Nit = Nitrato; Fosf = Fosfato; OD = Oxigênio Dissolvido; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Colif = Coliformes Totais; *E.Coli* = Escherichia Coli; P1 = Ponto 1; P2 = Ponto 2; P3 = Ponto 3; P4 = Ponto 4; P5 = Ponto 5.

Fonte: Da autora. (2022).

Sabe-se que o R^2 varia entre 0 a 1, quanto mais próximo do 1, maior o ajuste dos parâmetros analisados. Com análise da tabela anterior, pôde-se observar que o parâmetro que mais obteve relação com a vazão foi o OD. Isso pode ocorrer devido à estreita relação do referido parâmetro com o despejo de efluentes domésticos na água, entende-se que quanto maior a vazão na bacia hidrográfica em estudo, maior o carreamento desses efluentes.

Outro destaque dos valores de R^2 é o parâmetro cloreto, pois obteve valores próximos à 0,5 de ajuste. Pois conforme já relatado na presente pesquisa, em períodos de escassez de chuva, os valores de cloreto aumentam, por isso, este possui determinada relação com a vazão.

O último parâmetro em destaque obtendo relação com a vazão é a dureza. Em destaque para os pontos 4 e 5, em que obtiveram os valores maiores de R^2 quando comparados com os demais pontos. Essa diferença tem relação com a declividade e da maior proximidade com as atividades industriais e comerciais expostas Na Figura 05, pois são pontos que podem ter maior acúmulo de íons e sais.

O parâmetro temperatura não obteve alta relação com a vazão, obtendo valores baixos de R^2 . Isso pode ter ocorrido devido a declividade da bacia, pois a água quando precipitada é ligeiramente transcorrida ao longo da bacia, impedindo que os pontos obtenham temperaturas constantes conforme a vazão do curso.

Os parâmetros cor e turbidez obtiveram baixos valores de ajuste com a vazão. Isso também pode ser explicado pela declividade da bacia e também a presença de vegetação nos pontos. A presença de cobertura vegetal pode alterar a velocidade do fluxo de água, influenciando na vazão do lajeado.

Os sólidos obtiveram baixos valores de R^2 porém observa-se que no SS, SF e SV o ponto 5 obteve o maior ajuste. Devido à alta declividade da bacia, a velocidade do fluxo de água aumenta, aumentando a força e o carreamento dos sólidos e ainda, como o ponto 5 é o mais baixo, ele possui maior concentração desses materiais.

Conforme a Tabela 09, a condutividade possui baixa relação com a vazão, pois obteve baixos valores de R^2 . Sendo assim, percebe-se incoerência nos dados encontrados com a bibliografia, pois a condutividade elétrica possui estreita relação com volume de chuvas devido à presença de sais. Além de ser um indicador importante de

presença de efluentes do curso d'água devido aos componentes iônicos presentes nesses resíduos que alteram a CE na água.

Já o pH obteve concordância com a bibliografia, pois os valores de R^2 foram baixos. Conforme os autores já citados, o pH não altera de acordo com a precipitação e logo, pode-se considerar que o pH consiste em um parâmetro de qualidade da água que não sofre influência pela velocidade do fluxo de água ao longo do curso.

O nitrato obteve valores baixos de R^2 e é considerado um lixiviado de irrigação e de outros contaminantes. Por isso, este parâmetro depende do despejo pontual de determinado efluente na água, sendo também facilmente carregados pelo fluxo de água.

É possível identificar que o fosfato também possuiu baixa correlação com a vazão. Como o fosfato está fortemente ligado ao processo de eutrofização artificial, pôde-se observar in loco que o Lajeado dos Pires não sofre com uma quantidade significativa deste processo, pode ser pelo fato de que o curso d'água possui uma declividade alta, aumentando a velocidade fluxo de água mesmo dispersando a concentração de fosfato presente. Porém, não anula-se a importância da prevenção deste fenômeno, para a proteção do meio aquático e da saúde pública, tendo em vista a barragem DNOS a jusante da bacia em estudo.

Percebe-se que a DBO possui baixa correlação com a vazão. Estudos também já mostrados na presente pesquisa apontaram que a DBO possui relação inversa com a precipitação, devido à carga poluidora estar em maiores concentrações por não haver diluição das grandes chuvas. Por isso, os resultados obtidos de DBO ao longo do período de coleta foram maiores em períodos de escassez hídrica.

Os valores de coliformes totais e de *E.coli*, conforme expostos na Tabela 09 possuem baixa relação com a vazão. Como os referidos parâmetro tratam-se da descarga de efluentes domésticos, entende-se que dependendo dos dias em que foram realizadas as coletas, os pontos obtiveram ou não a presença da descarga desses resíduos, pois consistem em descargas extremamente pontuais. Com isso, são facilmente carregados com a velocidade do fluxo de água, explicando assim, a ausência de relação com a vazão.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa revelou que as atividades agropecuárias, industriais e domésticas dispostas no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 04) e no mapa das atividades industriais (Figura 05) interferiram na qualidade da água em todos os 5 pontos utilizados para realização da pesquisa.

Com relação ao ponto 1, pôde-se observar que a qualidade da água obteve alta variação, tanto referente aos meses de coleta, quanto aos parâmetros considerados. Conforme o mapa de uso e ocupação do solo o ponto 1 além de encontrar-se próximo das atividades agropecuárias, localiza-se em local abaixo de uma estrada. Assim, tais atividades juntamente com possíveis descargas de resíduos pelo desvio de canal de drenagem da estrada, influenciaram na qualidade da água neste ponto, pois as classificações variaram de 1 até 4 em relação à Resolução do Conama 357/2005. Além disso, os valores apresentaram alta variação entre si, indicando que este ponto pode ter sofrido despejos pontuais de resíduos sólidos e/ou líquidos. Ainda, para explicar essa influência do uso e ocupação do solo no ponto 1, têm-se os valores de coliformes totais e *E.coli*, pois ambos parâmetros são indicadores de contaminação e em comparação com os outros pontos próximos ao 1 (pontos 2 e 3), os resultados encontrados foram altos.

No que se refere ao ponto 2 pôde-se concluir que apesar de também ser um ponto afastado das residências, apresentou alteração na qualidade da água. O ponto 2 possui drenagem que contempla os pontos 2 e 3 e ainda, contém atividades agropecuárias no entorno que, apesar de menores que o ponto 1, apresentou a presença de coliformes totais e *E.coli*. Com isso, pôde-se concluir que o ponto 2 além de sofrer influência das lavouras e criação de animais nas suas proximidades, também é influenciado pela declividade. Destaca-se que por ocasião das coletas, o referido ponto encontrava-se seco, sempre com alta velocidade do fluxo de água.

O ponto 3 localizado na região mais alta de toda a extensão da bacia hidrográfica analisada, obteve os menores valores na maioria dos parâmetros quando comparado aos

demais pontos. Porém, o ponto 3 teve destaque no parâmetro cor, já que dentre os outros pontos, apresentou o maior valor, provavelmente devido a presença de cobertura vegetal e o seu processo de decomposição. Observa-se que esse parâmetro, nesse caso, não representa um indicador de contaminação de qualidade da água, pois possui íntima relação com a decomposição vegetal que por sua vez, não é nociva à saúde pública e ao meio ambiente.

Já o ponto 4, é o mais próximo das atividades industriais desenvolvidas na bacia, bem como, das residências, quando comparado aos pontos 1, 2 e 3. Pôde-se observar que em todas as coletas realizadas, a partir do ponto 4 os parâmetros de qualidade começaram a indicar maiores valores, em especial os coliformes totais e *E.coli*. Nas coletas *in loco* e a partir da aplicação do questionário, constatou-se que a região respectiva, não possui saneamento básico, explicando assim, a presença dos referidos parâmetros. Ainda, como é um ponto inferior aos demais já citados, é um local de acúmulo dos efluentes tanto das atividades agropecuárias como das domésticas.

O ponto 5 representa o mais próximo ao exutório da bacia, ou seja, o ponto mais baixo. A análise identificou alta presença de despejo de esgoto doméstico, tanto *in loco* quanto por ocasião dos resultados apurados. Assim como o ponto 4, o ponto 5 também representa um local de acúmulo dos despejos de efluentes industriais, domésticos e agropecuários, já que o mesmo encontra-se próximo à um cemitério, casa de eventos, vinícola e cachaçaria (Figura 05). A bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires possui uma diferença de aproximadamente 180 metros de declividade (Figura 07), influenciando na velocidade do fluxo de água. Assim, quanto maior a declividade, maior a força e velocidade deste fluxo, carreando todo o material despejado ao longo de toda bacia para o ponto 5, alterando a qualidade da água neste ponto.

A partir do exposto, por meio do diagnóstico sócio, econômico e ambiental da bacia hidrográfica do Lajeado dos Pires foi possível constatar que a densidade populacional atrelada com a falta de saneamento básico e o manejo inadequado dos resíduos influenciam na qualidade da água do Lajeado dos Pires.

Ademais, a exploração de atividades agropecuárias/industriais/domésticas proporcional ao aumento da densidade populacional do bairro Menino Deus, acarretará maior uso e ocupação do solo. E, caso a região não dispuser de estrutura sanitária que

comporte todos as demandas necessárias, a tendência da qualidade da água é de se tornar cada vez mais prejudicial tanto para as questões sociais, econômicas e/ou ambientais.

Com relação ao aspecto social destaca-se que a má qualidade da água prejudica a saúde pública pela transmissão de doenças. A questão econômica é identificada quando se apura que quanto pior a qualidade da água, maiores serão os custos para o tratamento da mesma para a CORSAN, pois conforme já relatado, o Lajeado dos Pires é um afluente da Barragem DNOS, a qual é responsável por boa parte do abastecimento da região de Santa Maria. Por fim, a qualidade precária da água provoca a degradação do meio ambiente, prejudicando a vida aquática, poluição do solo e do lençol freático, redução das reservas de água e alteração no ecossistema.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, V. E. S. A.; DA ROCHA, E. P.; JÚNIOR, J. A. S.; Carneiro, B. S. Análise de parâmetros de qualidade da água em decorrência de efeitos da precipitação na baía de Guajará – Belém– PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.12, n.02. 2019.

AGEGNEHU, G.; SRIVASTAVA, A. K.; BIRD, M. I. The role of biochar and biocharcompost in improving soil quality and crop performance: A review. **Applied Soil Ecology** 2017.

ALBUQUERQUE, P. C.; ALBUQUERQUE, M. P. A Ocupação da zona rural com fins urbanos, o ordenamento territorial pelo município e a cidade sustentável. **Rev. Direito Urbanístico, cidade e alteridade**. Brasília. v. 3. n. 1. p. 36 – 57. 2017.

ALHO, D. R.; JÚNIOR, J. M.; CAMPOS, M. C. C. Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. **Rev. Bras. Cienc. Agr.** vol. 2. n. 2. p. 117-122. Pernambuco. 2007.

ALVAREZ, J. M.; PASIAN, C.; LAL, R.; LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ, M. Vermicompost and biochar substrates can reduce nutrients leachates on containerized ornamental plant production. **Horticultura Brasileira** 37: 047-053. 2019.

ALVES, R. I. S. **Avaliação de parâmetros Liminológicos, parasitológicos, bactérias e metais pesados em água superficial no córrego Ribeirão Preto, Ribeirão Preto – SP**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. São Paulo. 2009.

ALVES, C. **Tratamento de águas de abastecimento**. 2ª Edição. Pubblindústria. 2007.

ARRUDA, G. B.; CORREIA, K. V.; OLIVEIRA, T. R. S.; NETO, J. E. B.; ARAÚJO, F. P.; CARNEIRO, K. W. F. S. Análise da Qualidade da Água do Riacho Moraes em Área Influenciada Pela Produção de Gesso no Município de Araripina, PE – Brasil. **Revista de Geologia**. Vol 28. pg 27-38. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Alternativas Organizacionais para Gestão de Recursos Hídricos**. 2012. Disponível em: http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/CadernosDeCapacitacao3_AlternativasOrganizacionaisParaGestaoDeRecursosHidricos.pdf. Acessado em: 14 de nov. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cuidando das Águas Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. 2010. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf> Acessado em: 14 de nov. 2020.

ALVES, E.. C. **Monitoramento da qualidade da água da bacia do rio Pirapó**. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) -Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 22. Ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. Edited by: Eugene W. Rice, Rodger B. Baird, Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri. 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 23. Ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. Edited by: Eugene W. Rice, Rodger B. Baird, Andrew D. Eaton. 2017.

ANDERSON, H.; FUTTER, M.; OLIVER, I.; REDSHAW, J.; HARPER, A. Trends in Scottish River water quality. **Environment Protection Agency**.. 178 p. 2010.

AYERS, R.S et al. **A qualidade da água na agricultura**. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. Campina Grande: UFPB. 1991, 218p.

BARBOSA, P. E.; TRINDADE, A. L. C.; OLIVEIRA, S. M. A. C. Confirmação estatística da hipótese do impacto da sazonalidade na variação da carga de sólidos totais e coliformes termotolerantes no rio São Francisco, em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2013, Goiânia, GO, Anais... ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2013.

BARRETO, C. J. F. Estudo qualitativo e quantitativo da água do Rio Cuiabá na seção hidrométrica do Porto. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá. 2013.

BATISTA, C. S. P.; GESUALDO, G. C.; LEITE, P. C. C.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; CAVAZZANA, G. H.; CASADEI, J. de M.; AZOIA, T. de S. Aplicação do método GOD para avaliação de vulnerabilidade de aquífero livre em bacia hidrográfica. **Revistas Águas Subterrâneas**. Suplemento XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. p.1-14, 2016.

BATISTA, S. S. HARARI, J. Modelagem da dispersão de coliformes termotolerantes e enterococos em duas enseadas na região costeira de Ubatuba (SP), Brasil. **Eng Sanit Ambient**. v.22 n.2. Sorocaba. 2017.

BEGA, J. M. M.; OLIVEIRA, J. N.; ALBERTIN, L. L.; ISIQUE, W. D. Uso da cafeína como indicador de poluição por esgoto doméstico em corpos d'água urbanos. **Eng Sanit Ambient**. v.26 n. 2. p. 381-388. 2021.

BERNARDI, E. C. S.; PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A.; Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, n. 18, p. 70-71. 2001.

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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997.

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

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 maio, 2005. 27 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Agência Nacional de Águas**, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. 2. ed. Brasília: ANA, 2013.

BRAGUNCE, D. T.; JORDAN, E. N.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T.; CUBAS, S. A. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão dos Müller, Curitiba-PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 16 n.3. pag 39-47. 2011.

CALIL, D. **Adubação potássica em videiras ‘Niagara Rosada’ cultivadas sobre diferentes porta-enxertos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

CAMARA, A. C. F. C. **Análise da vazão máxima outorgável e da introdução simplificada da qualidade da água no processo de outorga da bacia do Rio Gramame (PB)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre. 2003.

CÂMARA, F. M. M. **Avaliação da qualidade da água do Rio Poti na cidade de Teresina, Piauí**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2011.

CARDOSO, N. R.; SILVA, V. R.; SIQUEIRA, J. D.; NETO, A. T.; MILETTI, L. C.; GEWEHR, C. E. Qualidade da água de granjas de postura comercial da região Sul de Santa Catarina em relação ao Ofício Circular Conjunto DFIP/DSA nº 1/2008. **Environmental Protection / Scientific Article**. v.82, p. 1-7. São Paulo. 2015.

CARVALHO JUNIOR, L.A. Secretário de Proteção Ambiental. Palestra no dia mundial da água. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**. Santa Maria. 2011.

- CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidade de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**. Volume Especial. n. 36. p. 26-43. Presidente Prudente. 2014.
- CHATANGA, P.; NTULI, V.; MUGOMERI, E.; KEKETSI, T.; CHIKOWORE, N. V. T. Situational analysis of physico-chemical, biochemical and microbiological quality of water along Mohokare River, Lesotho. **Egyptian Journal of Aquatic Research**. 45. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-SP-2018.pdf>. Acesso em 14 de jul. 2021.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Apêndice E – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wpcontent/uploads/sites/12/2019/12/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-das-Vari%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 28 de ago. 2021.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. Parte 2 – Águas Salinas e Salobras**. São Paulo, 201. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2015_ParteII_29-09.pdf. Acesso em: 02 de ago. 2021.
- CONICELLI, B. P. **Gestão das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP)**. 2014. 163 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.
- CORADI, P. C.; FIA, R., PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.
- CORRÊA, J. B. L. **Processos hidrológicos quantitativos e parâmetros de qualidade da água na cultura de macaúba (*acrocomia aculeata*), Araponga – MG**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2014.
- COSTA, B. S. C. **Determinação das características da representação do relevo no bioma pampa para o mapeamento sistemático brasileiro**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestor. **Eng Sanit Ambient**. Edição Especial. 2014.
- CURBANI, F. E. **Modelagem da qualidade da água da Baía de Vitória, ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

- DONADIO, N. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica Do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc. Jaboticabal**. v.25, n.1. p.115-125. 2005.
- DIAS, A. C.; POTT, A. A influência da mata ciliar na qualidade das águas do córrego Bom Jardim –Brasilândia/MS: Estudos iniciais. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. 9. n. 2. , p. 01-16. 2013.
- DUARTE, M. A. C. **Utilização dos índices do estado trófico (IET) e de qualidade da água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui- RN. 1999**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná. Campina Grande. 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. Embrapa solos. 2006.
- EMÍDIO, V. J. G. **A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente)-Universidade do Algarve, Portugal, 2012.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência. 3^a edição. 790 p. 2011.
- FERREIRA, F. S.; SOLÓRZANO, J. C. J.; SÚAREZ, Y. R. Influência da urbanização em assembleias de peixes de riachos em três microbacias na bacia do Alto Rio Paraná. **Brazilian Journal of Biology**. 2021.
- FERREIRA, M. P.; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade ReVista**. v. 2, n. 3, p. 12. 2017.
- FERRO, T. L. M. **O setor primário de santa maria na perspectiva do rural: a reestruturação das atividades produtivas**. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- FERNANDES, K. C. B. **Deteção e quantificação de contaminação fecal hospedeiroespecífico em águas destinadas ao abastecimento público**. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária)-Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015.
- FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 20. p. 267 – 275. 2015.
- FILHO, J. E. A.; BORGES, E. H. C.; OLIVEIRA, A. L. Diagnóstico da qualidade da água do aquífero Bauru na área urbana de Araguari, MG. **Ciência & Engenharia (Science & Engineering Journal)**. vol 22. pag 125-135. Jan. 2013.
- FRITZSONS, W.; HINDII, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N. E. Conseqüências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial. **Revista Floresta**. v. 33. p. 201-214. 2003.
- FUNDAÇÃO MOÃ. Estudos e pesquisas para a proteção e o desenvolvimento ambiental. Santa Maria. 2021.

GUACA, D.C. **Modelagem e simulação computacional das concentrações de oxigênio dissolvido e da demanda bioquímica de oxigênio usando relações cinéticas de Holling tipo III**. Tese (Doutorado em Tecnologia)-Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2021.

GUIMARÃES, T. T. **Utilização de imagens de satélite para predição de clorofila-a e sólidos suspensos em corpos d'água: estudo de caso da Represa do Lobo/SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

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

GLORIA, L. P. Qualidade da água e percepção ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional (TO). Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Do Vale Do Taquari, Lajeado, 2018.

GOETTEN, W. J. **Avaliação da Governança da Água Subterrânea nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Blumenau. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2015.

GRACIOLI, C. **Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-mirim em Santa Maria-RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

HASENACK, H.; WEBER, E.(org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3).

HENRIQUES, D.C.; MORAES, C. Z.; ARAUJO, E. E.; URSI, S. Coloração de corpos d'água como indicador de poluição. Enciclopédia Biosfera. v. 4. n. 5. Goiânia. 2008.

IBGE - EMBRAPA - **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Normais Climatológicas (1961/1990)**. Brasília - DF, 1992.

KLAMT, R.A. COSTA, A. B. GAEDKE, M. A. LOBO, E. A. Drinking water quality indices: a systematic review. **Rev. Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. Taubaté. 2020.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Exatas, S. Maria, v.2, n.1, p.171-182, 2001.

LASZLO M. J.; ROCHA, P.C. Composição hierarquica dos canais fluviais das Bacias Hidrográficas Dos Rios Aguapeí e Peixe. **Revista Geonorte**. Edição Especial 4. v.10, n.1, p.228-232, 2014.

LEMONS, R. S.; CAVALCANTE, K. D. C.; VIEIRA, G. S.; COSTA, L. E. M.; PILOTO, H. O.; SILVÃO, N. A.; BARROS, F. M. qualidade da água da lagoa do Parque Poliesportivo de Itapetinga, BA. **XIV ENEE Amb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste**. 2016.

- LESCRECK, M. C.; PETRONI, R. G. G.; CORTEZ, F. S.; SANTOS, A. R.; COUTINHO, P. O.; PUSCEDDU, F. H. Análise da qualidade sanitária da areia das praias de Santos, litoral do estado de São Paulo. **Eng. Sanit. Ambient.** v.21. n.4. out/dez. Santos. 2016.
- LIMA, E.B.N.R. Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Pesquisa e Engenharia)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- LIMA, J. O. G.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Rev. Virtual Quim.** v. 6. n. 2. p. 279-292. 2013.
- LIU, Y.; BRALTS, V.F.; ENGEL, B.A. Evaluating the effectiveness of management practices on hydrology and water quality at watershed scale with a rainfall runoff model. **Science of the Total Environment**, v. 511, p. 298- 209, 2015.
- LOKMANN, N.A. ITHNIN, A. M. YAHYA, W. J. YUZIR, M. A. A brief review on biochemical oxygen demand (BOD) treatment methods for palm oil mill effluents (POME). **Environmental Technology & Innovation.** 2020.
- LUNELLI, K.; NARCISO, N. B.; PAULINO, Ê. A.; KOSLOWSKI, L. A. D. Qualidade da Água do Rio dos Índios sob Influência de Atividades Agroindustriais e de Urbanização. **Rev. Virtual Quim.** v. 11. n. 4. p. 1190-1202. 2019.
- MACEDO, T. L.; REMPEL, C; MACIEL, M. J. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS. **Rev. Tecno-Lógica.** v. 22, n. 1, p. 58-65. Santa Cruz do Sul. 2018.
- MALHEIROS, C. H.; HARDOIM, E. L.; LIMA, Z. M.; AMORIM, R. S. S. Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola (Campo Verde, MT, Brasil). **Rev. Amb. & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science.** v. 7. n. 2. 2012.
- MARQUES, L. **Modelagem matemática para previsão de parâmetros de qualidade de água em corpos hídricos.** Tese (Doutorado em Engenharia Química)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F.; FILHO, O. B. avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Quim. Nova.** v. 30. n. 5. p. 1171-1178. 2007.
- MARQUES, S. M. **Análise espacial e temporal de parâmetros de qualidade das águas do aquífero Bauru de 2010 a 2012.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2018.
- MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade e Curitiba –PR.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- MATOS, B. A. **Avaliação ocorrência e do transporte de microorganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo.** Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia)-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

- MEDEIROS DE SOUZA, M. **Carga de poluição difusa em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- MENEZES, L. C. C. **Caracterização do efluente gerado no campus poços de caldas da Universidade Federal De Alfenas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais, 2017.
- MESQUITA, F. N.; SILVESTRE, K. S.; STEINKE, V. A. Urbanização e degradação ambiental: Análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires. **Rev. Bras. Geogr. Física**. v.10, n.03. Brasília. 2017.
- METCALF, EDDY. **Wastewater Engineering: treatment and reuse**. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 2003.
- MINUSSI, F. **Barragem com os dias contados**. *Jornal A Razão*. Santa Maria. p. 6. 2005.
- MOTA, J. J. P.; SOUSA, C. D. S. S.; SILVA, A. C. Saneamento básico e seu reflexo nas condições socioambientais da zona rural do baixo munim (Maranhão). **Revista Caminho da Geografia**. v. 16, n. 54. p. 140–160. Uberlândia. 2015.
- MUELLER, DK; HAMILTON, PA; HELSE, DR; HITT, KJ; RUDDY, BC. Nutrients in ground water and surface water of the United States: An analysis of data through 1995. **Water-Resources Investigations Report 1995**.
- NAGALLI, A. NEMES, P. D. Estudo da qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**. v. 7. n. 2, p. 131-144, abr./jun. Curitiba. 2009.
- NETO, G. P.; BUS, T. O. L.; AGUIAR, J. T. SCHNEIDER, C. R.; KANIESKI, M. R.; ALMEIRA, A. N. Avaliação dos impactos ambientais de atividade avicultora em Pinhal da Serra, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Gestão Amb. e Sust**. v. 9. p. 41-48. 2018.
- NEIVA, D. S. **Utilização do índice de conformidade ao enquadramento para análise da qualidade das águas em estações da sub-bacia do Rio Piranga, antes e após o rompimento da barragem de fundão**. Trabalho Final de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.
- NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. Análise de parâmetros físico químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Goiânia. 2015.
- OLIVEIRA, E. M.; RIBEIRO, D. M.; CRONEMBERGER, M. G. O.; CARVALHO, W. F.; LIMA, M. D. P.; SOUSA, K. R. F. Análises físico-químicas e microbiológicas da água de bebedouros em escolas públicas da cidade de Timon-MA. **Rev. Pubvet**. v. 12, n.5, a100, p.1-6, Mai., 2018.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **The human right to water and sanitation**, 2010.
- PARANHOS, R. M. **Avaliação de metodologia para a estimativa de produção de sedimentos em uma pequena bacia rural de encosta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

- PARVEEN, S.; LUKASIK, J.; SCOTT, T. M.; TAMPLIN, M. L.; PORTIER, K. M.; SHEPERD, S.; BRAUN, K.; FARRAH, S. R. Geographical variation in antibiotic resistance profiles of *Escherichiacoli* isolated from swine, poultry, beef and dairy cattle farm water retention ponds in Florida. **Journal of Applied Microbiology**. 2005.
- PEIXOTO, S. C.; TEIXEIRA, A.; MACIEL, A.; MARKUS, A. L.; FREITAS, L.; SCHALENBERGER, S.; SALAZAR, R. F. S. Avaliação da qualidade da água da Região de Santa Maria. **Ciência e Natura**. v.38. n.1. p. 443-452. Santa Maria. 2016.
- PEREIRA, M. A. Desenvolvimento insustentável, degradação dos recursos hídricos e a magnitude das doenças emergentes. **Ciências ambientais: recursos hídricos**. Ed. 1 p. 236. Minas Gerais. 2020.
- PIMENTA, R. H. O.; REIS, S. P.; FONSSECA, M. Diagnóstico ambiental em três trechos distintos do Córrego Capão, Regional Venda Nova, Município De Belo Horizonte-MG. **Revista Petra**. v. 2, n. 1, p. 153-173, jan./jul. 2016.
- PINTO, C. C. **Importância da avaliação de dados de concentração e de carga de poluentes em bacias hidrográficas: exemplo da Bacia Do Rio Verde**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)- Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- PINTO, L. C.; MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F. Water quality indicators in the mantiqueira range region, Minas Gerais state. **Cerne**. v. 19, n. 4, p. 687-692, out./dez. Lavras. 2013.
- PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P. GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, **Revista Ambiente e Água**. v.12. n.3. 2017.
- POESEN, J. Soil erosion in the Anthropocene: Research needs. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 43, p. 64–84, 2018.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; PEDRON, F. A. **Principais solos da Depressão Central e Campanha do Rio Grande do Sul**. 2ª Edição. Santa Maria. 2007.
- REIS, D. A.; JÚNIOR, N. V. Games como estratégia de ensino de ciências para abordar o saneamento básico. **Research, Society and Development**. v. 8. n. 12. p. 2525-3409. 2019.
- REISNER, A.; OLIVEIRA, D. V. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de água no Município de Gaspar-SC. **Rev. Gestão, Sustent. e Negócios**. v.3. n.1. p. 4-14. Porto Alegre. 2015.
- RODRIGUES, B. R. C. **Levantamento de uso e conflitos da terra da área de captação da barragem do DNOS na área de proteção ambiental (APA) no Rio Vacacaí-Mirim/RS**. Monografia (Especialização em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- SANTA MARIA. **Lei nº 3.131**, de 21 de julho de 1989. Disponível em <www.LeisMunicipais.com.br> Acesso em: 13 de nov. de 2020.

- SANTA MARIA. **Lei Complementar nº 072**, de 04 de novembro de 2009. Disponível em <https://www.santamaria.rs.gov.br/docs/leis/lm_72_uso_solo.pdf>. Acesso em: 13 de nov. de 2020.
- SANTORO, P. **O município e as áreas rurais**. São Paulo: Instituto Pólis, 2004.
- SANTOS, A. C. C. S.; SANTOS, K. S. S.; MORAES, M. S. BEZERRA, S. G.; SILVA, P. H. G. Deslizamentos de terra na cidade de maceió, mapeamento de zonas de risco, aplicando ferramentas computacionais. **Ciências exatas e tecnológicas**. v. 4. n. 1. p. 63-78. Maceió. 2017.
- SANTOS, B. P. **Estudo da relação de sedimentos Em Susensão com a precipitação e turbidez na Micromicrobacia do Rio do Campo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental)-Universidade tecnológica federal do paraná, Campo Mourão, 2015.
- SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. Chemistry for sanitary engineers. 4º ed. **New York**. McGraw-Hill, 2000.
- SCHUSSEL, Z. & NETO, P. N. Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal. **Rev. Ambiente e Sociedade**. v. XVIII. n. 3. p. 137-152. São Paulo. 2015.
- SEMAD. **Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos**. 2008. Disponível em <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/43/1/Glossario%20de%20termos_2008.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- SETO, K. C.; FRAGKIAS, M.; GÜNERALP B.; REILLY M. K.; A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. **PLoS ONE**. v. 6, n. 8, 2011.
- SHAKERKHATIBI, M.; MOSAFERI, M.; POURAKBAR, M.; AHMADNEJAD, M.; SAFAVI, N.; BANITORAB, F. Comprehensive investigation of groundwater quality in the north-west of Iran: Physicochemical and heavy metal analysis. **Groundwater for Sustainable Development**. v. 8, p. 156-168, 2019.
- SHNEIDER, R. N.; NADVORNY, A.; SCHMIDT, V. Perfil de resistência antimicrobiana de isolados de Escherichia coli obtidos de águas superficiais e subterrâneas, em área de produção de suínos. **Biotemas**. v. 22 (3). p. 11-17. 2009.
- SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Rev. Eng Sanit Ambient**. v.19 n.1. 2014.
- SILVA, I.N. Agropecuária Científica no Semiárido, UFCG – Patos – PB. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v.07, n 03, p. 01 – 15. 2011.
- SILVA, R. M.; COSTA, A. L. R.; SILVA, G. M. S.; SOUZA, C.; TEIXEIRA, N. C.; SILVA, A. R. C. B. Análise das características morfométricas da bacia hidrográfica Rio das Piras. **Anais eletrônicos**. 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. p. 307-315. Cuiabá. 2016.

- SILVEIRA, G.L. **Quantificação de vazão em pequenas bacias carentes de dados.** Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 1997.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2014.** Disponível em <
http://www.epsvj.fiocruz.br/upload/Diagnostico_AE2014.pdf> Acesso em: 15 de ago. de 2021. Brasília. 2016.
- SOUSA, I. E. S. S. **Métodos de eliminação de fármacos e seus metabolitos ao nível das Estações de Tratamento de Águas Residuais.** Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)-Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.
- SOUZA, D. N. **Análise multivariada dos parâmetros de qualidade de água no parque ecológico do Rio Cocó.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- SOUZA, J. C. O.; CORRÊA, A. C. B. O relevo como ponto de partida ao estudo geossistêmico da natureza: o caso da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Alagoas. **Revista GeoUECE**, v. 2, n. 3, 2013.
- SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G.; A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodema**, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014, Fortaleza, Brasil, ISSN: 1982-5528.
- SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C .C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Eng Sanit Ambient.** v.19 n.3. jul/set. 2014.
- SPIPKI, Fernando Rosado. Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil. **Revista USP.** São Paulo. n. 106. p. 71-78. 2015.
- QUEIROZ, L. G.; SILVA, F. T.; PAIVA, T. C. B. Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Rev. Ambient. Água.** v. 12 n. 2. Taubaté. 2017.
- QUEIROZ, M.M.F.; IOST C.; GOMES S,D.; VILAS BOAS, M.A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** v. 5. p. 200-210. 2010.
- QUEIROZ, T. M.; OLIVEIRA, L. C. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres(MT). **Eng Sanit Ambient.** v.23 n.1. jan/fev. 2018.
- TAMIOSSO, M. F. **Avaliação do Método Silveira com uso de dois modelos chuva-vazão para estimativa de disponibilidade hídrica em pequenas bacias com pequena amostragem de vazão.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Maira, Santa Maria, 2012.
- TEIXEIRA, L. C. **Caracterização hidrossedimentométrica de uma pequena Bacia Hidrográfica e balanço sedimentométrico no reservatório do Vacacaí Mirim.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

TREVILATO, R. B. **Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2016.

TUCCI, C. E. M.; NETTO, O. M. C.; MOTA, S. Gestão de Bacias Hidrográficas e Sustentabilidade. **Anais eletrônicos.** Universidade de São Paulo. Instituto de Estudos Avançados. 2019.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia.** São Paulo. Oficina de textos. 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. Vital water graphics: an overview of the state of the World's Fresh and marine waters. 2ª Edition. Nairobi, 2008.

VASCO, A. N.; JÚNIOR, A. V. M. SANTOS, A. C. A.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E.D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário dorio Vaza Barrispelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia Plena.** V. 6. N. 9. Aracaju. 2010.

VASCONSELOS, M. G. **Avaliação integrada da qualidade da água do Rio Uberabinha – MG com base na caracterização química dos sedimentos e de espécimes da ictiofauna.** Tese (Doutorado em Química)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

VELASQUEZ, R. P. RIGHES. A. A. CONTROLE DE VOÇOROCA EM ARGISSOLO VERMELHO EM SÃO VALENTIM-RS. **Disciplinarum Scientia.** Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 53-69, 2019.

VICENTE, G. Z. **Geoestatística aplicada à análise de parâmetros da qualidade das águas subterrâneas do aquífero Bauru.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Estadual Paulista Julio De Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** 2. ed. Belo Horizonte. v.1, 243 p., 1996.

VON SPERLING, M. Análises dos padrões brasileiros de qualidades de corpos d' águas e de lançamento de efluentes líquidos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** v.3, n.1, p.111-132,1998.

VON SPERLING, M.. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias.** V.2,3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

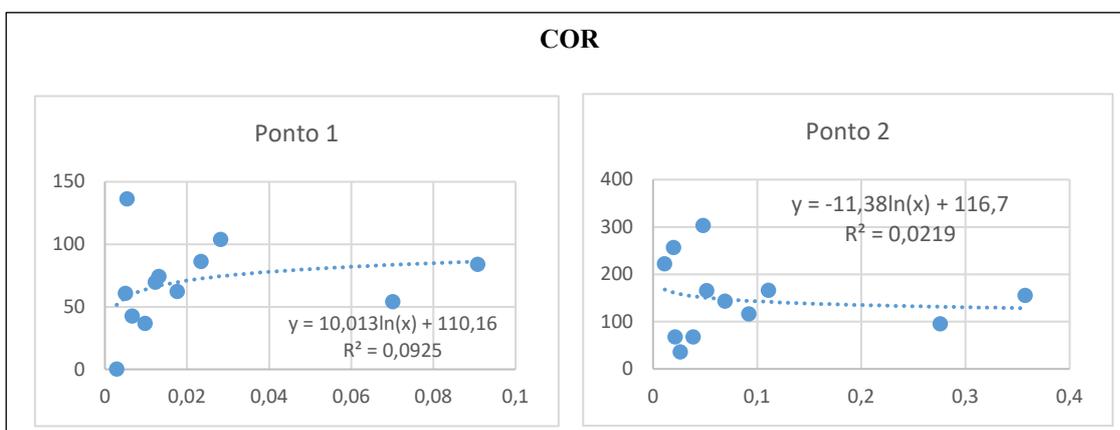
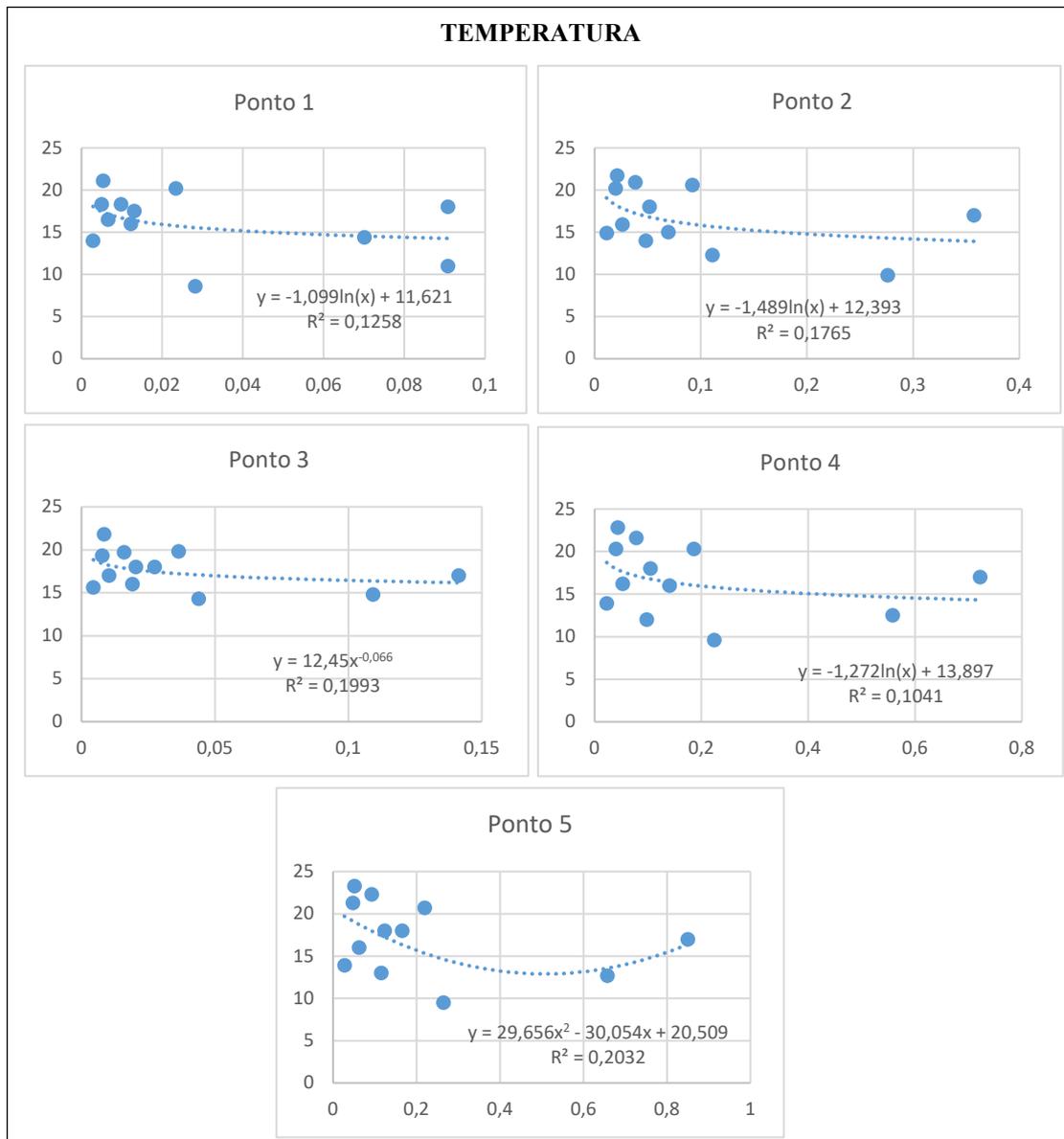
WHO. World Health **Organization. Guidelines for drinking-water Quality.** 4. ed. Genebra: WHO, 2011.

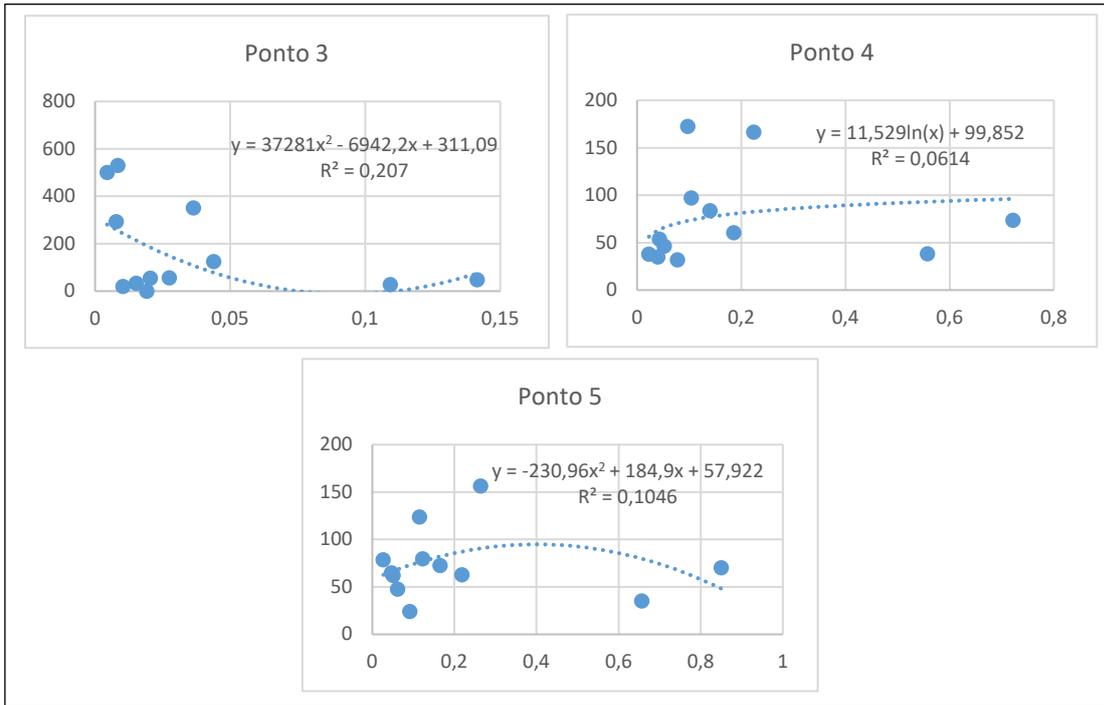
XAVIER, F V. MAYER, F. S.; OLIVEIRA, S. A.; GUERREIRO, M. G. Análise dos indicadores de qualidade de água em Rio Antropizado: Estudo de caso. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Capinas. 2017.

ZAMPIERI, F, L, L.; BALESTRO, F. Efetividade da legislação urbanística na regulação da ocupação urbana em zonas rurais: análise para o município de Estância Velha para o período de 1959-2018. **Rev. de Direito da Cidade**. vol. 12, nº 4. p.2182-2215. 2020.

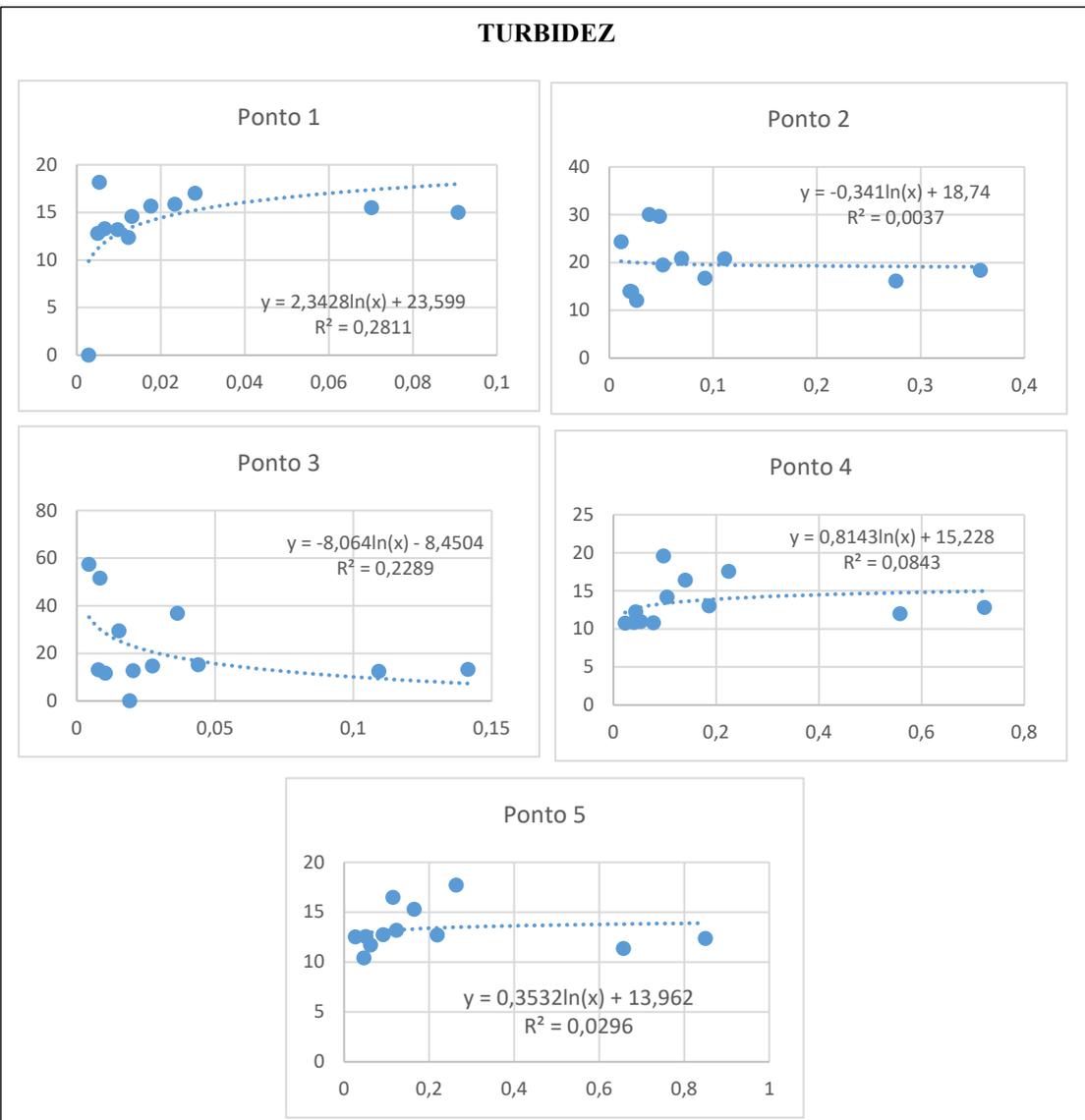
ZHU, X.; MA, J. Recent advances in the determination of phosphate in environmental water samples: Insights from practical perspectives. **TRAC Trends in Analytical Chemistry**. v. 127. p. 115908. 2020.

APÊNDICE A – GRÁFICOS DO CÁLCULO DO R^2 - COEFICIENTE DE AJUSTE DOS PARÂMETROS COM A VAZÃO.

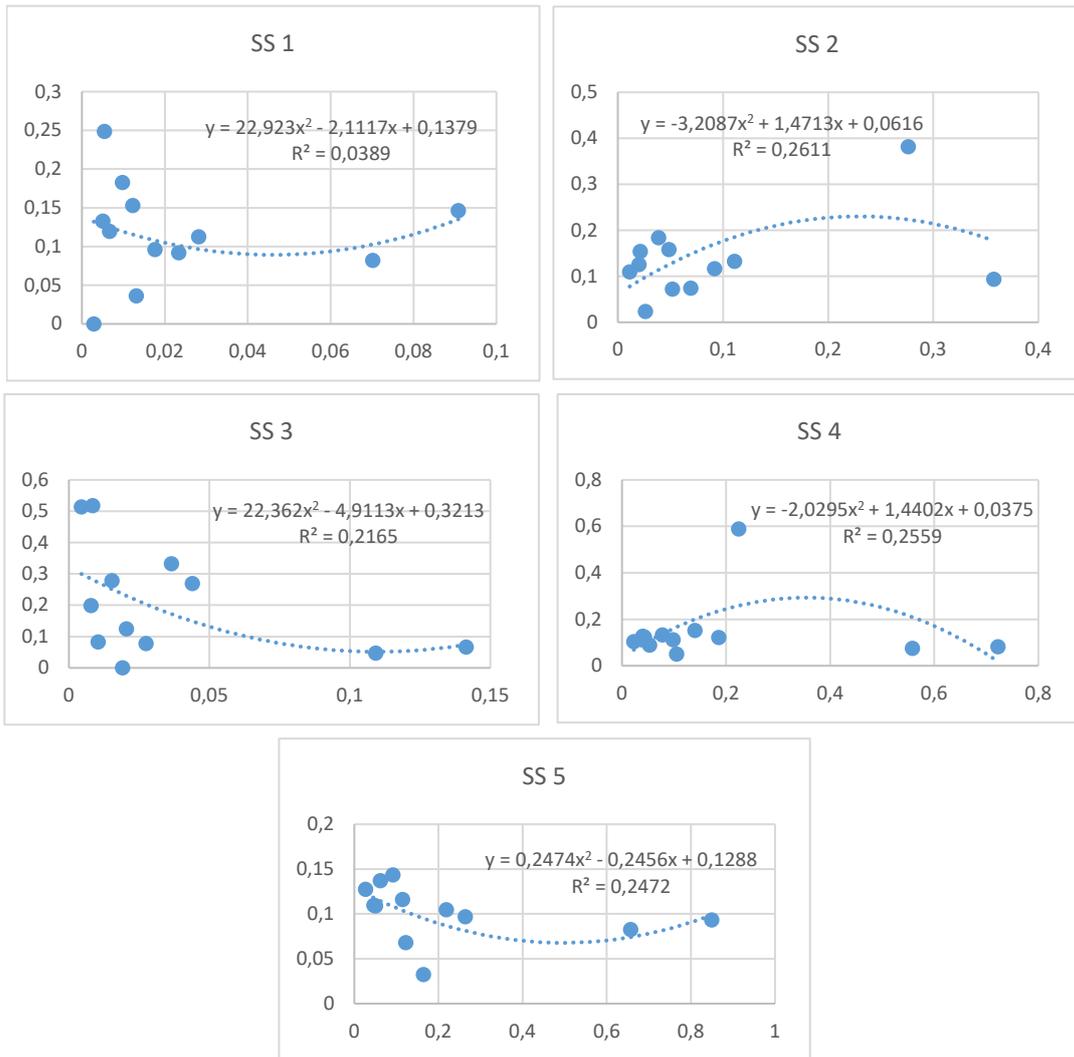




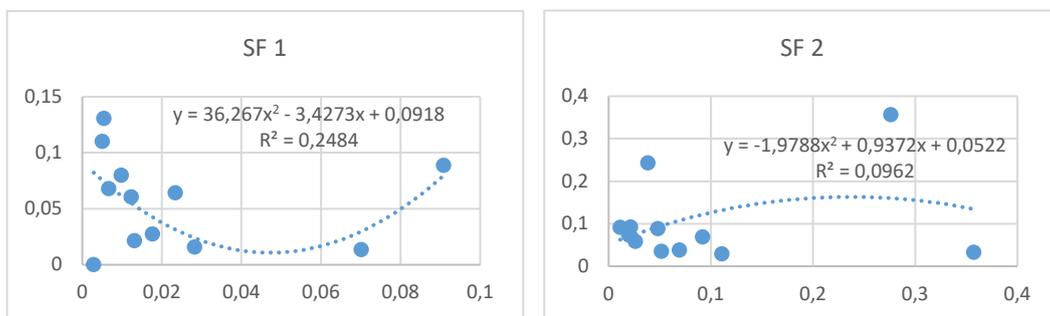
TURBIDEZ

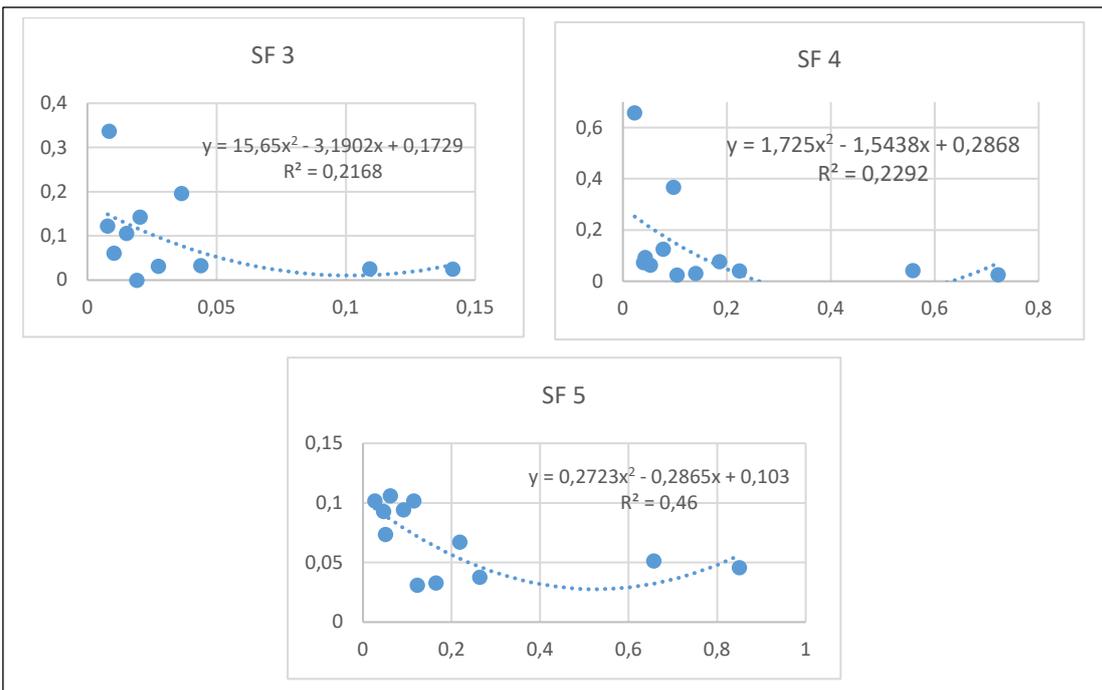


SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS

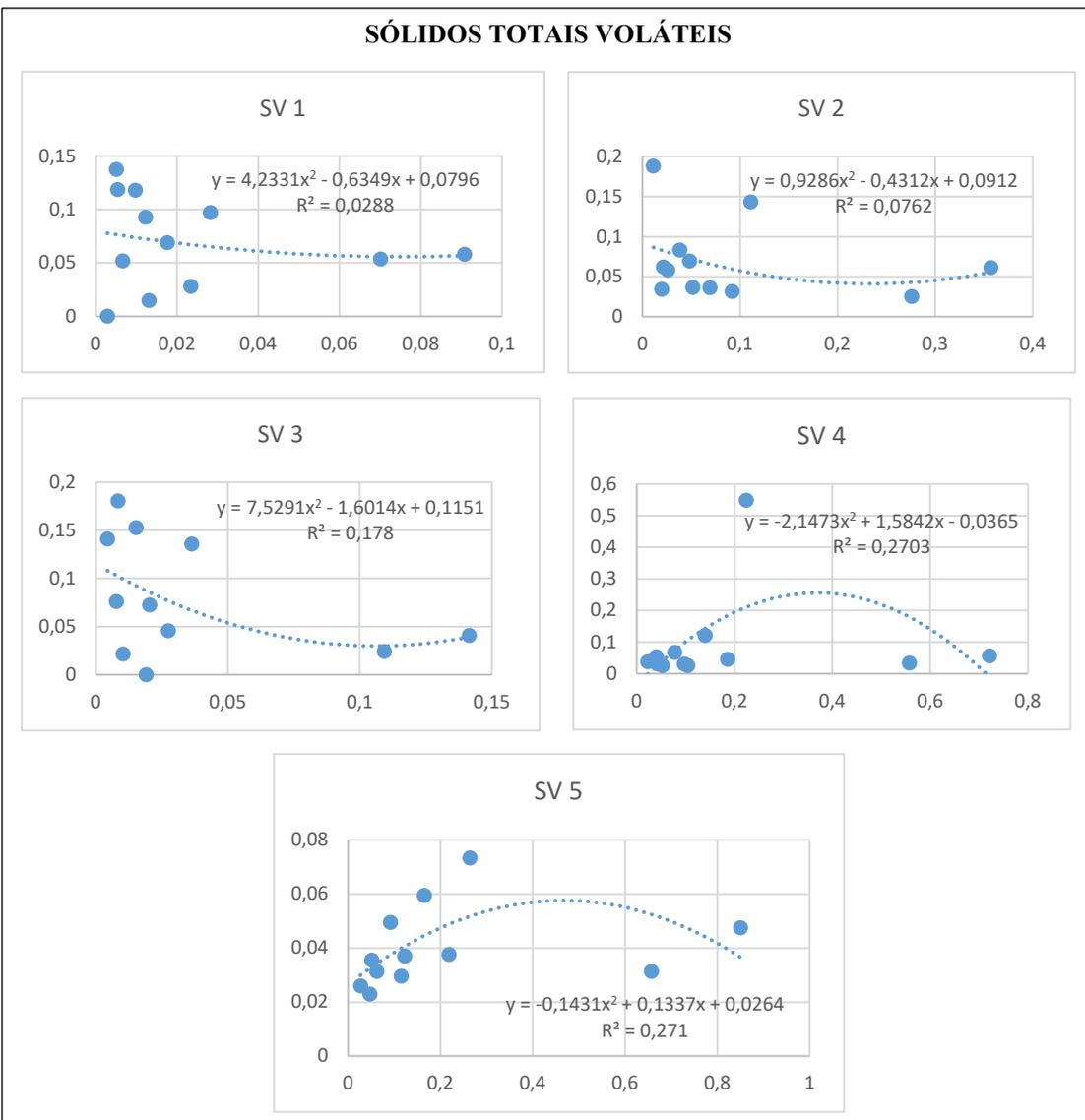


SÓLIDOS TOTAIS FIXOS

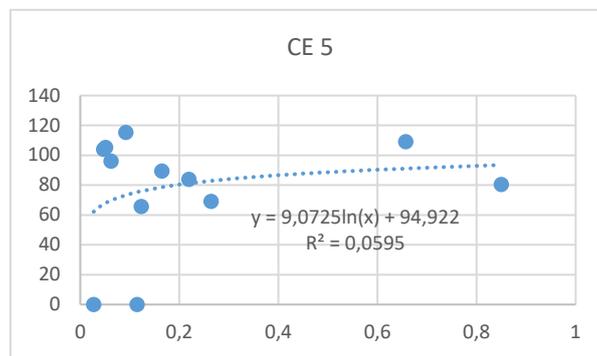
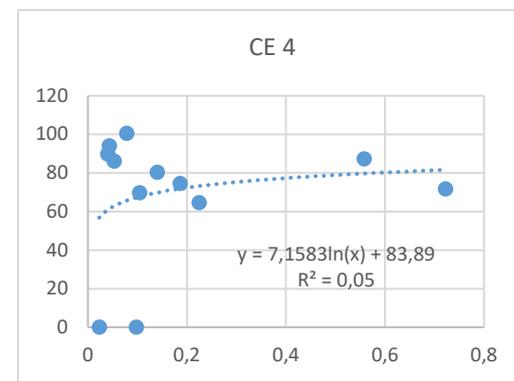
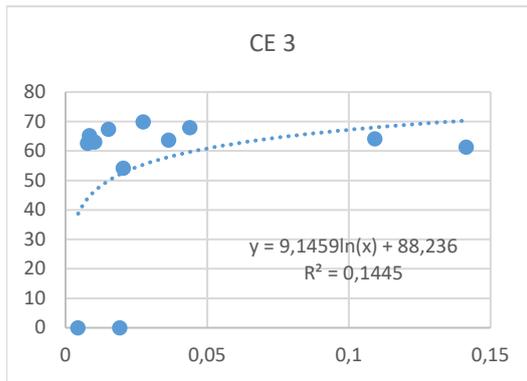
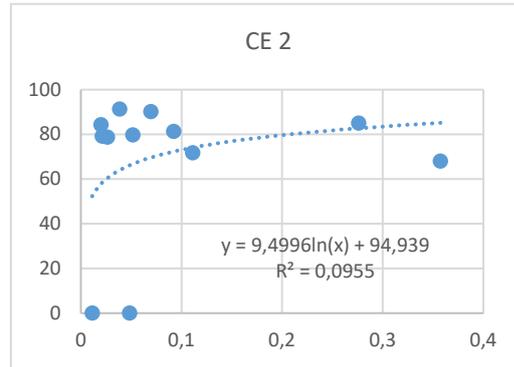
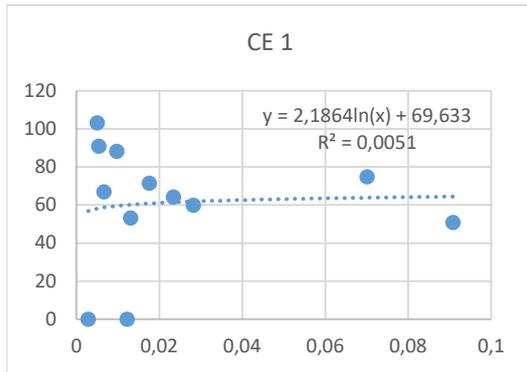




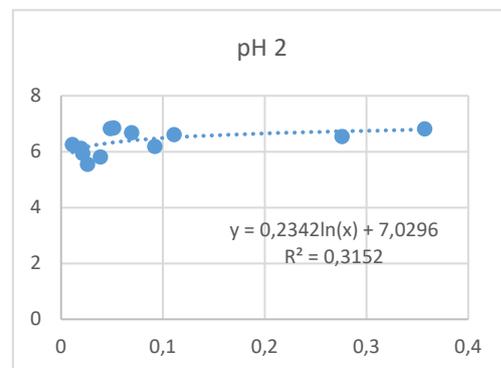
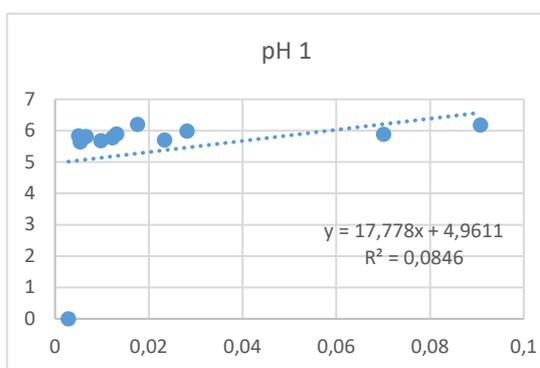
SÓLIDOS TOTAIS VOLÁTEIS

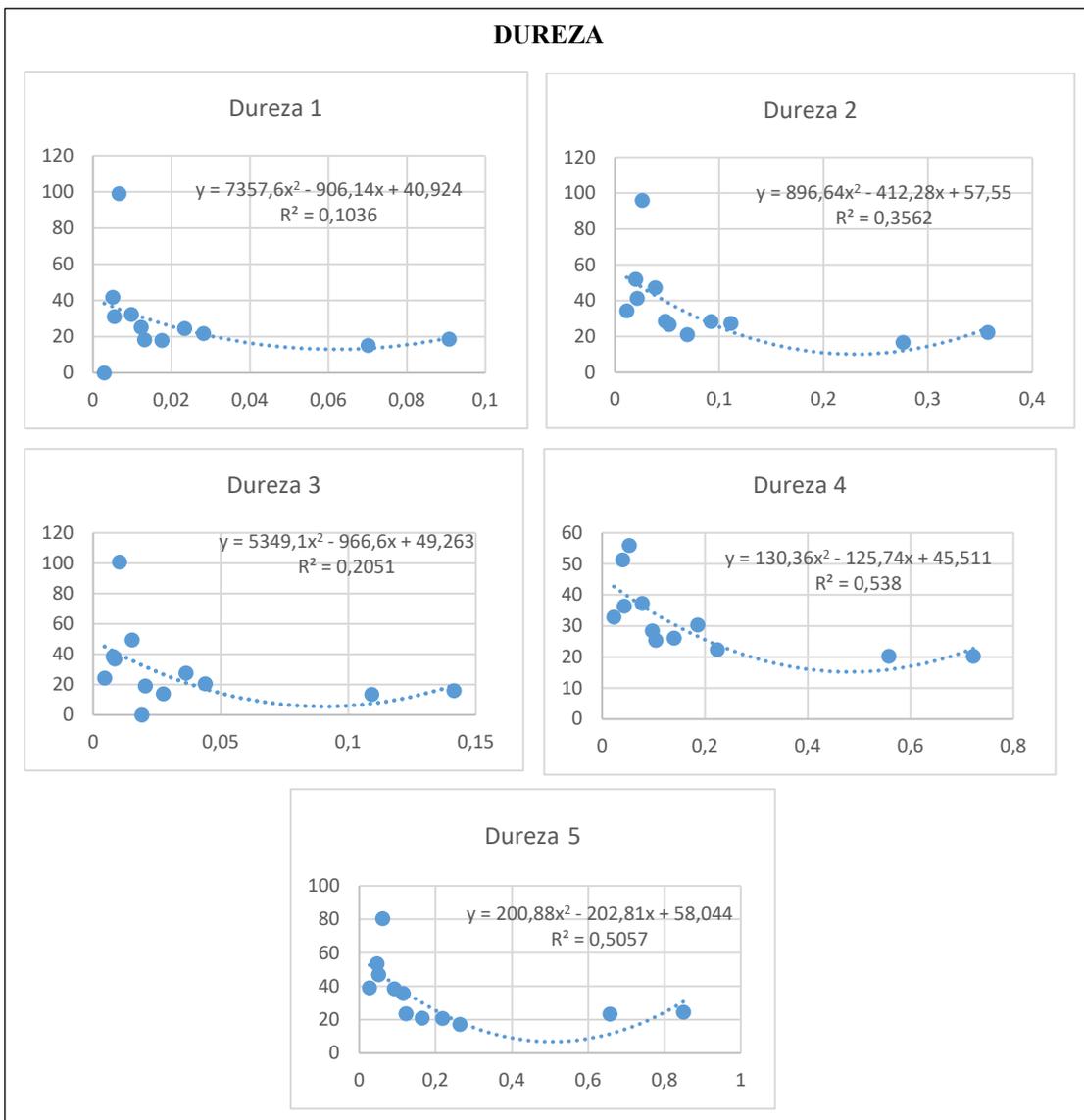
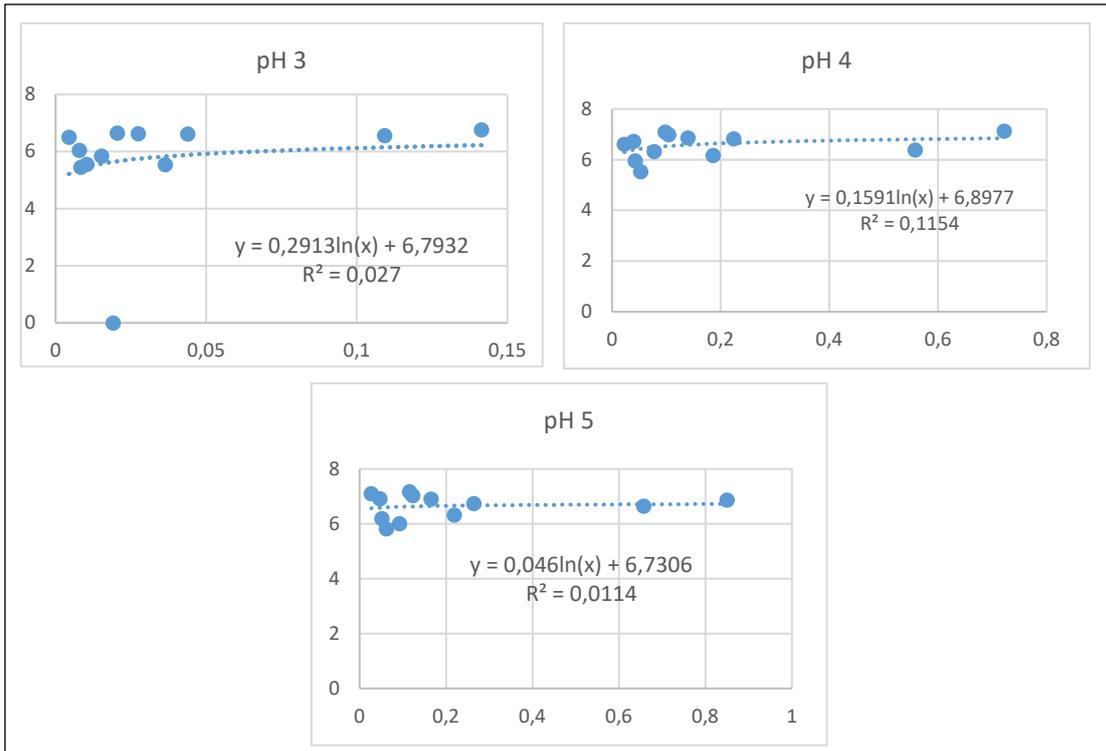


CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

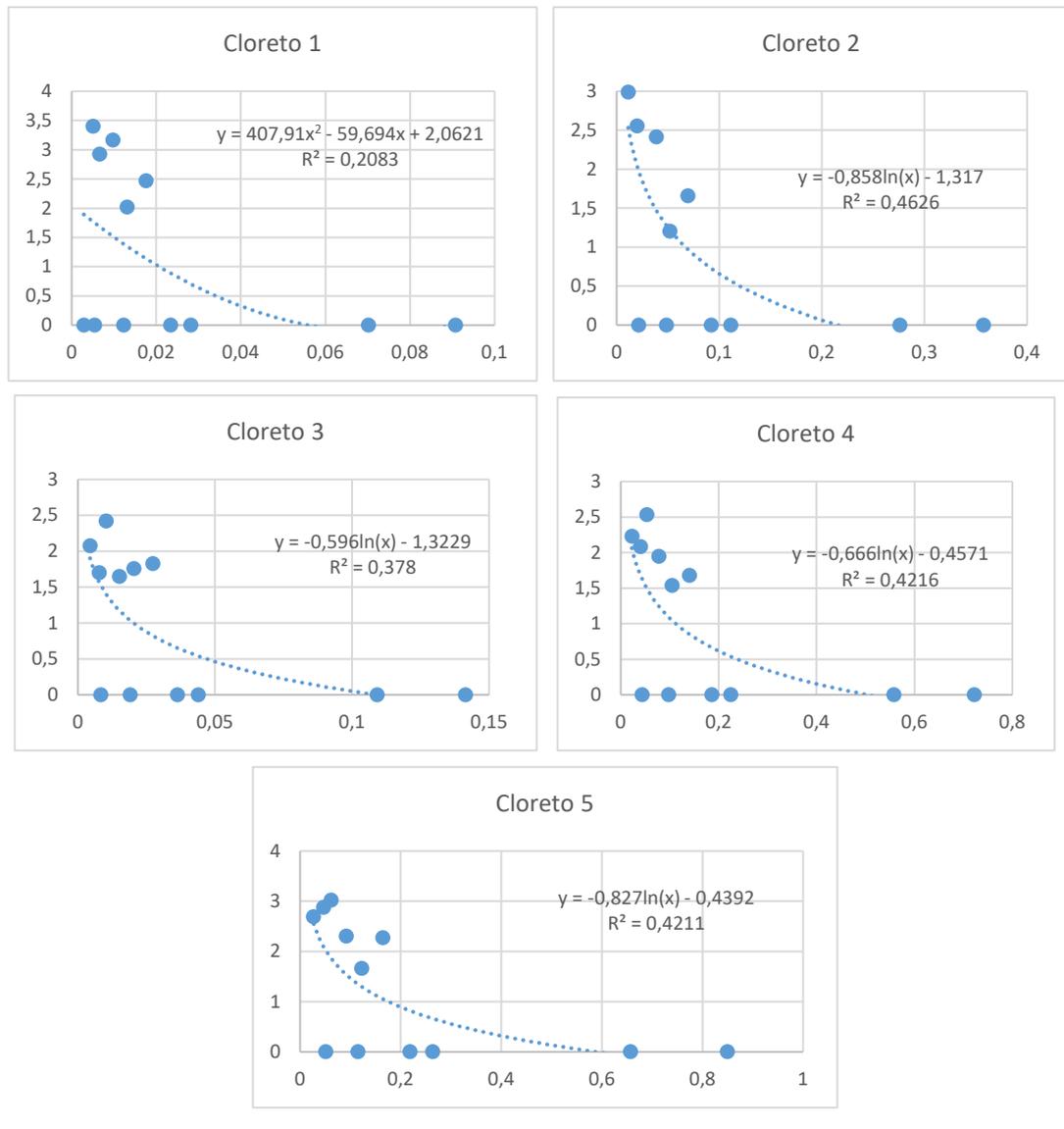


pH

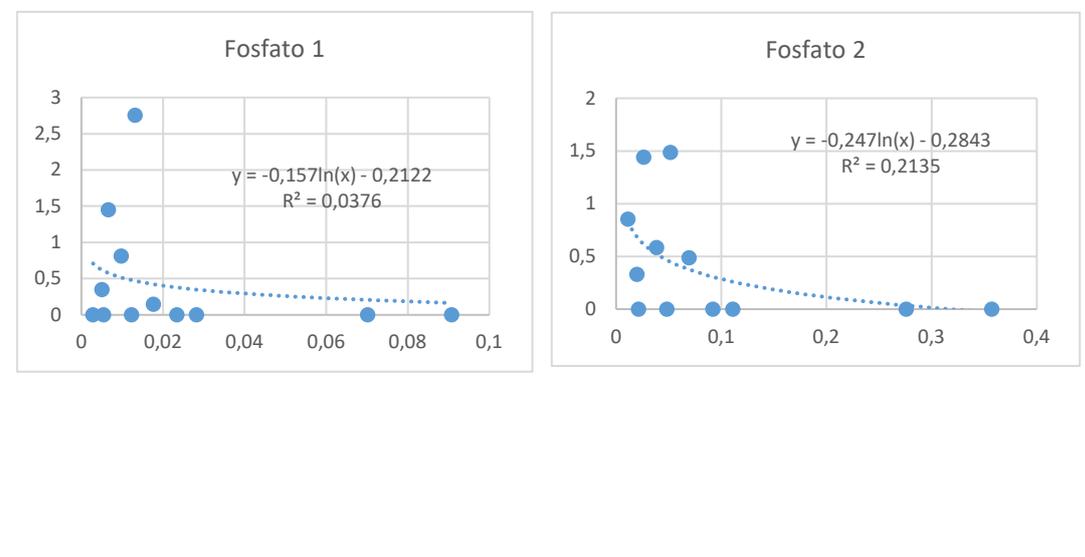


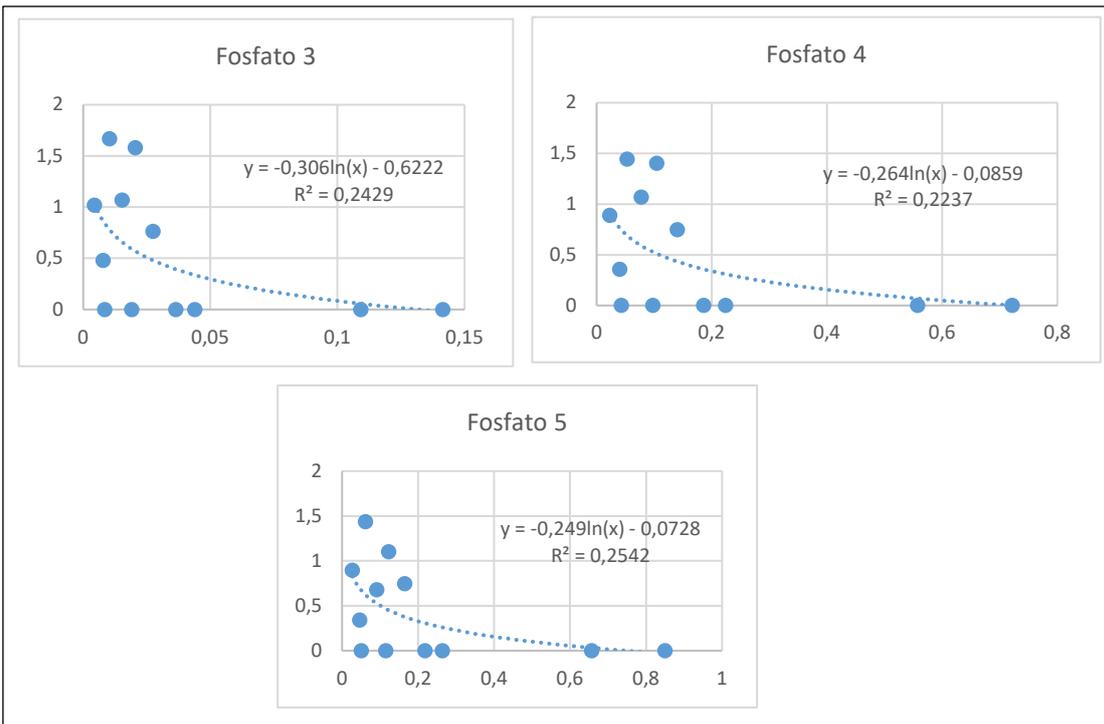


CLORETO

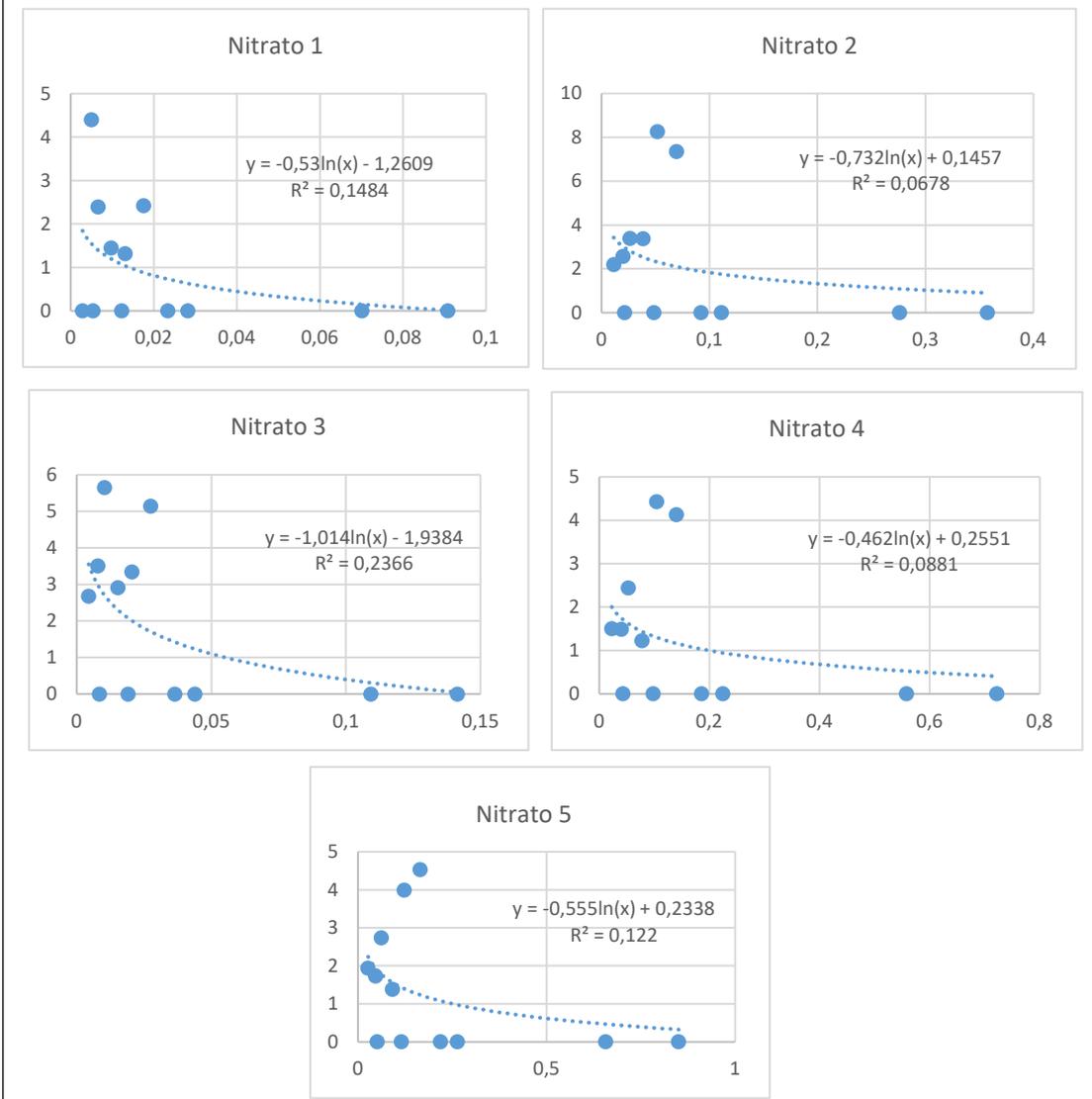


FOSFATO

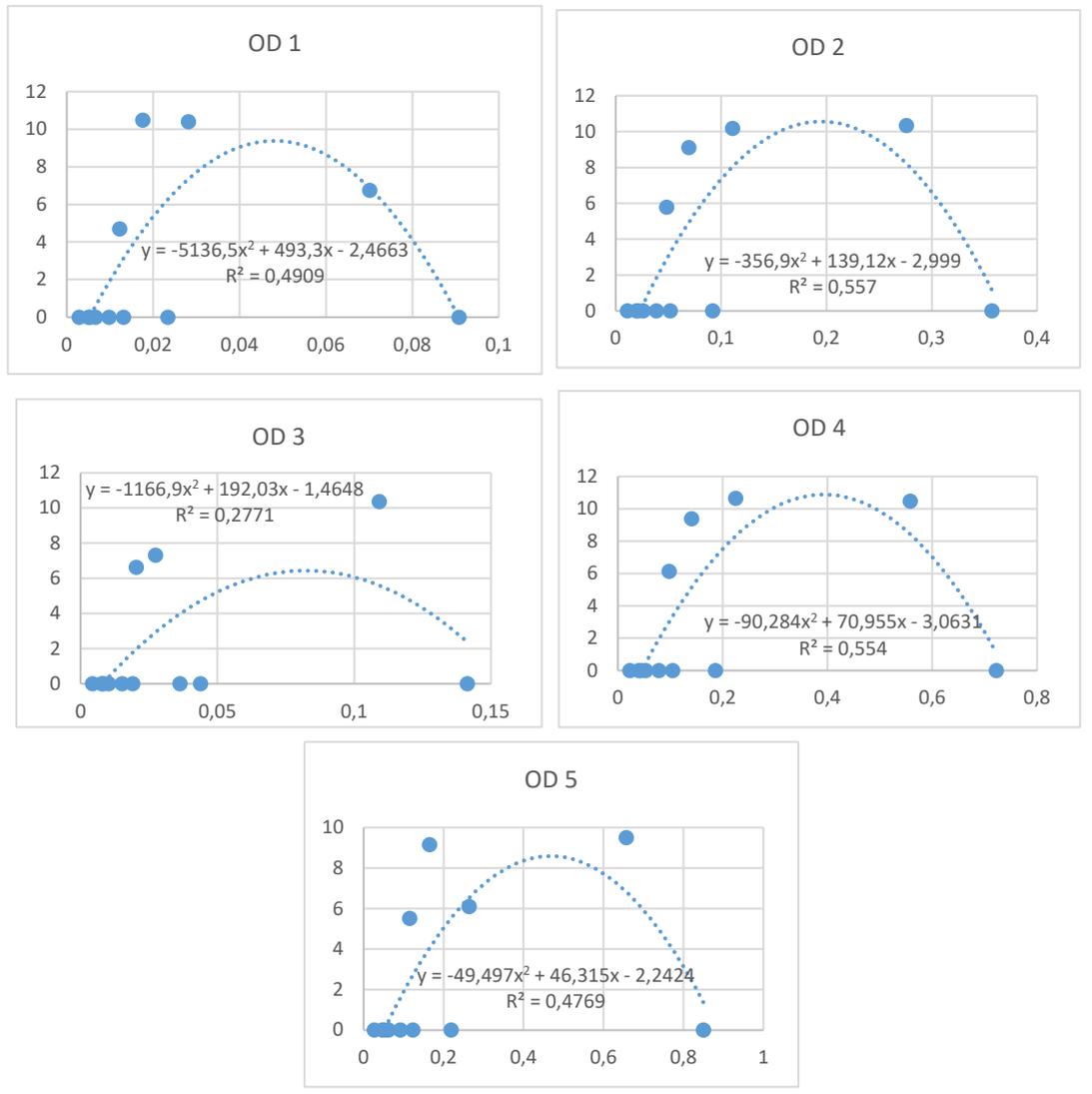




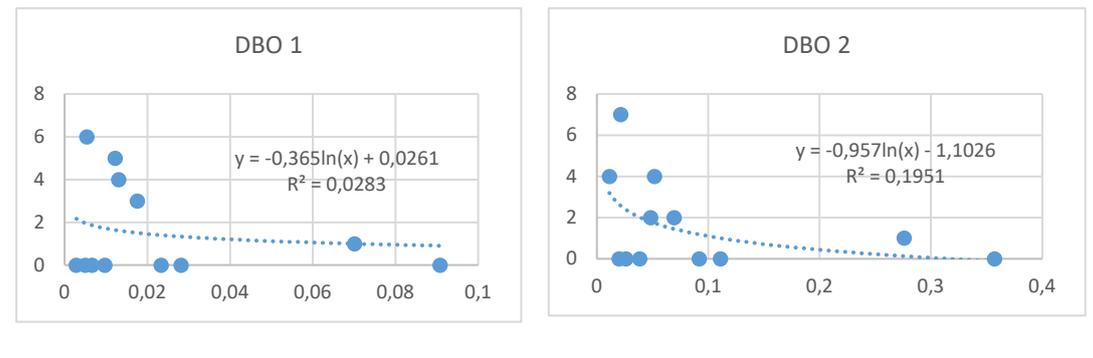
NITRATO

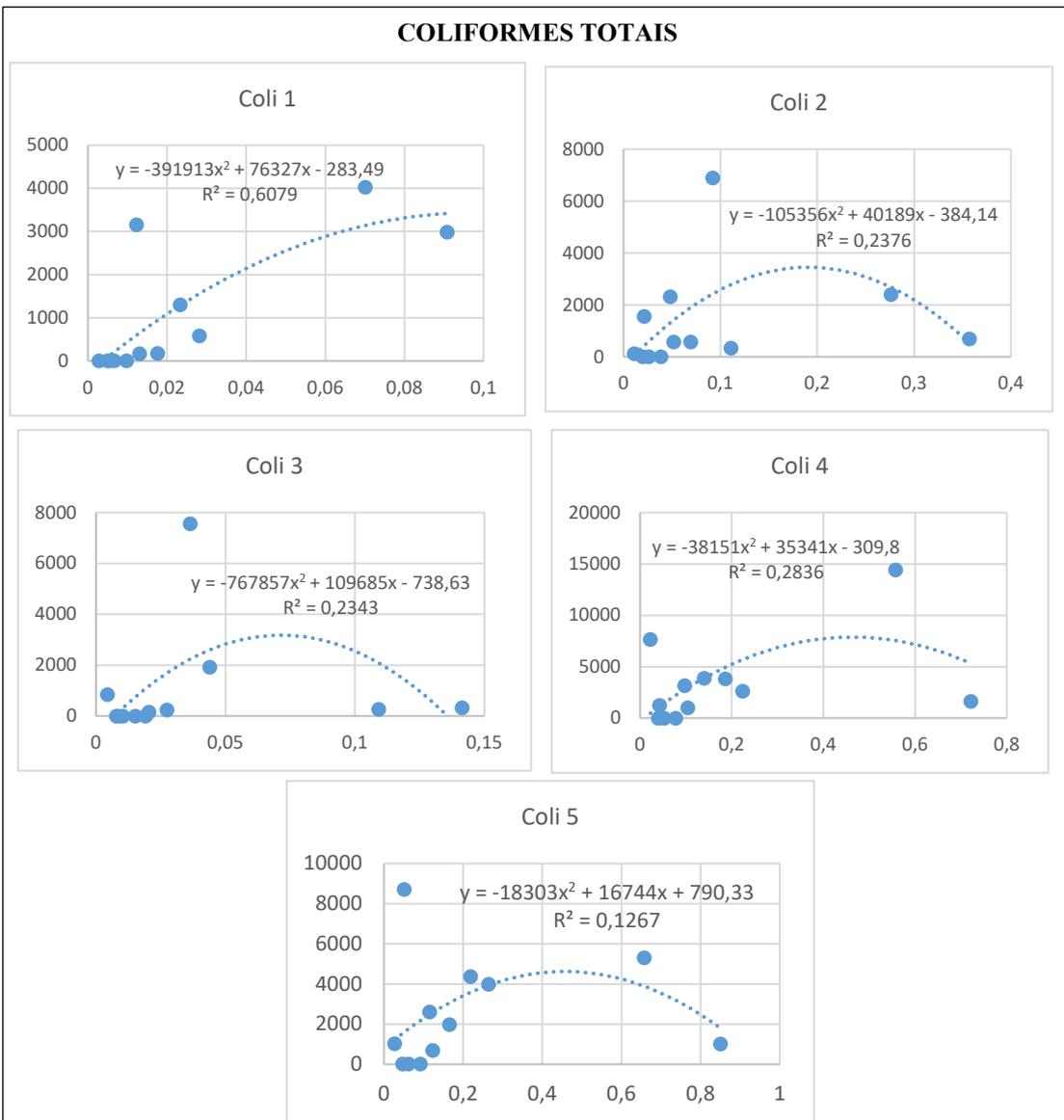
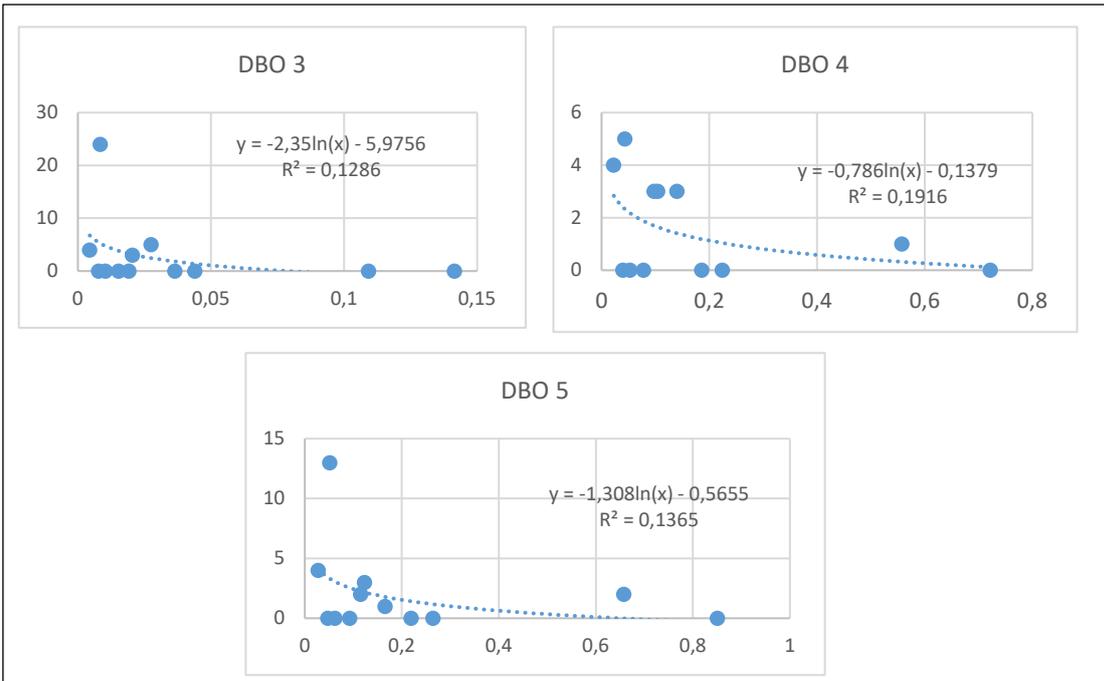


OXIGÊNIO DISSOLVIDO



DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO





ESCHERICHIA COLI

