

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NATHANA ANDRESSA THIEL

**MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO  
MARMELEIRO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2016

NATHANA ANDRESSA THIEL

**MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO  
MARMELEIRO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Coordenação de Engenharia Ambiental — da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. DRa. Ticiane Sauer Pokrywiecki

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. DRa. Naimara Vieira do Prado

FRANCISCO BELTRÃO

2016



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Francisco Beltrão



*Curso de Engenharia Ambiental*

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2**

**Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do Rio  
Marmeleiro - PR**

Por

**Nathana Andressa Thiel**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 16 horas e 30 min, do dia 19 de dezembro de 2016, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

---

**Marcelo Bortoli**

Coordenador do Curso de  
Engenharia Ambiental

---

**Ticiane Sauer Pokrywiecki**

Professor Orientador

---

**Marilete Chiarelto**

Membro da Banca

---

**Naimara Vieira do Prado**

Professor Coorientador

---

**Denise Szymczak**

Professor do TCC2

"O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso"

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por acompanhar-me durante essa jornada.

Aos meus pais, Izelia e Airton e minha irmã Sara que sempre me apoiaram, nunca mediram esforços para ajudar-me no que fosse preciso, me incentivando a seguir em frente, e mesmo com a distância sempre estiveram presentes nunca deixando me faltar amor e carinho.

Ao meu namorado e admirável companheiro Thiago, por tudo o que tem me ajudado desde quando nos conhecemos. Obrigado pelo teu amor, carinho, compreensão, apoio, dedicação, incentivo e pelas inúmeras contribuições para a conclusão de mais essa etapa da minha vida.

Aos meus tios e padrinhos, Zenaide e Inácio, que são como meus segundos pais e sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me incentivando e apoiando em todas as minhas escolhas.

A professora Ticiane, pela oportunidade de aprendizado, pela orientação, pela amizade, incentivo e compreensão durante essa jornada.

A professora Naimara, por sua disposição em me auxiliar, sua orientação e contribuições sugeridas no decorrer do trabalho, e também pela grande amizade.

A Marilete, ao professor Juan, ao professor Fernando, a professora Ivane que sempre estiveram à disposição para contribuir em tudo o que fosse preciso, dando suporte e apoio para a construção desse trabalho.

Aos técnicos laboratoristas, pelo auxílio, apoio e paciência.

Aos demais professores, pelo ensino, formação profissional, pela amizade e acolhimento na Universidade.

E a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte dessa conquista, meu muito obrigado!

## RESUMO

THIEL, N. A. **Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do Rio Marmeleiro-PR**. 2016. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2016.

O Rio Marmeleiro está situado no município de Marmeleiro, localizado no sudoeste do estado do Paraná. O município é essencialmente agrícola e aproximadamente 50% das propriedades rurais estão localizadas na bacia do Rio. O controle da qualidade hídrica do Rio foi realizado por monitoramento pelo período de um ano ao longo do seu percurso em seis pontos, que foram definidos por apresentarem características específicas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Marmeleiro por meio do monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos, onde os resultados foram comparados e descritos estatisticamente entre os pontos ao longo do período em estudo. Determinou-se o uso e ocupação do solo por meio de observações *in loco* da área estudada, bem como do emprego da fotointerpretação para a confecção de mapas. Também aplicou-se um questionário à população ribeirinha, a fim de se obter mais informações quanto ao uso da água do Rio. De posse dos dados de uso e ocupação do solo, relacionou-se este com a qualidade da água analisada, por meio de análises estatísticas. Alguns dos parâmetros analisados não atenderam a legislação vigente, mas em geral apresentaram boas condições. Verificou-se que os parâmetros turbidez, condutividade, fósforo e oxigênio dissolvido obtiveram variação significativa entre os pontos, provavelmente devido às características específicas de cada ponto. Sanitariamente o Rio em questão indicou a contaminação fecal, fato esse que corrobora com a visita *in loco* e aplicação do questionário, onde o esgoto doméstico em algumas localidades é direcionado para o corpo hídrico. Quanto ao uso e ocupação do solo, a área avaliada apresentou principalmente a prática de atividades agrícolas e agropecuárias, que direta ou indiretamente contribuem para a degradação do manancial. Ainda outros fatores podem estar influenciando na qualidade da água, como a malha urbana, a ausência de rede de tratamento de esgoto em boa parte do município e o cemitério da cidade que é localizado muito próximo ao percurso do Rio. O IQA indicou que a água é de boa qualidade, mas esse índice apresenta limitações, não analisando parâmetros importantes para o abastecimento público, como as substâncias tóxicas.

**Palavras-chave:** Qualidade. Manancial. Degradação.

## ABSTRACT

THIEL, Nathana A. **Monitoring and diagnosis of water quality of the River Marmeleiro - PR.** 2016. 68 f. Work of conclusion of course (Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2016.

The River Marmeleiro is located in the city of Marmeleiro, situated in the southwest of the state of Paraná. The city is mainly agricultural and approximately 50% of the rural properties are located in the river basin. The checking of the water quality from the river was carried out by monitoring for a period of one year along its course in six points, which were defined as having specific characteristics. The objective of this study was to evaluate the water quality of the Marmeleiro River by monitoring the physicochemical and biological parameters, where the results were compared and described statistically between the points during the study period. Soil use and occupation were determined by on - site observations of the studied area, as well as the use of photointerpretation for mapping. A questionnaire was also applied to the riverine population in order to obtain more information on the use of river water. The data concerning the use and occupation of the soil were related to the analyzed water quality, through statistical analysis. Some of the parameters analyzed were not in compliance with current legislation, but in generally presented good condition. It was verified that the parameters turbidity, conductivity, phosphorus and dissolved oxygen obtained significant variation among the points, probably due to the specific characteristics of each point. From the sanitary point of view, the analyzes indicated fecal contamination, which corroborates with a site visit and questionnaire application, where domestic sewage in some localities are directed to the river. In relation to the use and occupation of the soil, the evaluated area presented mainly the practice of agricultural and farming activities, that directly or indirectly contribute to the degradation of the well. Still other factors may be influencing water quality, such as urban network, the absence of a sewage treatment network in most of the city and the city's cemetery, which is very close to the river. The IQA rated that water shows good quality, but this index has limitations, not analyzing important parameters for the public supply such as toxic substances.

**Keywords:** Quality. Fountainhead. Degradation.

## **LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS**

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**DBO**- Demanda bioquímica de oxigênio

**DQO**- Demanda química de oxigênio

**ETA**- Estação de tratamento de água

**ETE**- Estação de tratamento de esgoto

**GPS** - Global positioning system (sistema de posicionamento global)

**IBGE**- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IAP** – Instituto Ambiental do Paraná

**IQA**- índice de qualidade da água

**Km** – Quilometro

**OMS**- Organização Mundial da Saúde

**pH**- Potencial hidrogeniônico

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Áreas de interferência analisadas em capa ponto. ....	23
Figura 2- Localização dos pontos de coleta.....	24
Figura 3- Mapa de localização do ponto 01 (nascente) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo. ....	28
Figura 4- Mapa de localização ponto 02 (mata nativa) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo. ....	29
Figura 5- Mapa de localização ponto 04 (ETE) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo .....	31
Figura 6- Mapa de localização ponto 05 (cemitério) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo. ....	32
Figura 7- Mapa de localização ponto 06 (foz) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo. ....	33
Figura 8- Percentagem do uso da água do Rio. ....	34
Figura 9- Percentagem do uso da água do Rio para dessedentação animal. ....	35
Figura 10- Representação gráfica da variação do pH e comparação com a legislação. ....	36
Figura 11- Representação gráfica da variação da DQO ao longo dos pontos. ....	37
Figura 12- Representação gráfica da variação da Turbidez ao longo dos pontos e comparação com a legislação.....	39
Figura 13- Representação gráfica da variação da condutividade ao longo dos pontos. ....	40
Figura 14- Representação gráfica da variação do nitrato ao longo dos pontos. ....	41
Figura 15- Representação gráfica da variação do fósforo ao longo dos pontos e comparação com a legislação.....	43
Figura 16- Representação gráfica da variação da temperatura ao longo dos pontos.....	44
Figura 17- Representação gráfica da variação do OD ao longo dos pontos e comparação com a legislação. ....	46
Figura 18- Representação gráfica da variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo dos pontos e comparação com a legislação.....	47
Figura 19- Representação gráfica da variação dos óleos e graxas ao longo dos pontos. ....	49
Figura 20- Representação gráfica da variação da DBO ao longo dos pontos e comparação com a legislação. ....	50
Figura 21- Representação gráfica da variação do nitrogênio total ao longo dos pontos. ....	51
Figura 22 - Representação gráfica da variação de coliformes termotolerantes nos pontos.....	52

Figura 23- Representação em grupos da variação das coletas ao longo dos meses. ....	54
Figura 24- Representação gráfica da análise dos componentes principais dos parâmetros e pontos. ....	55
Figura 25- Ponto de coleta 01 (nascente). ....	65
Figura 26- Ponto de coleta 02 (mata nativa) ....	65
Figura 27- Ponto de coleta 03 (ETA). ....	66
Figura 28- Ponto de coleta 04 (ETE).....	66
Figura 29- Ponto de lançamento de efluente tratado do município. ....	67
Figura 30- Ponto de coleta 05 (cemitério).....	67
Figura 31- Ponto de coleta 06 (foz).....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos. ....	25
Tabela 2- Classificação das águas de acordo com o IQA. ....	26
Tabela 3- pH médio nos pontos. ....	36
Tabela 4- pH médio nas coletas. ....	37
Tabela 5- DQO média nos pontos. ....	38
Tabela 6- DQO média nas coletas. ....	38
Tabela 7- Turbidez média nos pontos. ....	39
Tabela 8- Turbidez média nas coletas. ....	39
Tabela 9- Condutividade elétrica média nos pontos. ....	41
Tabela 10- Condutividade elétrica média nas coletas. ....	41
Tabela 11- Nitrato médio nos pontos. ....	42
Tabela 12- Nitrato médio nas coletas. ....	42
Tabela 13- Teor de fósforo médio nos pontos. ....	43
Tabela 14- Teor de fósforo médio nas coletas. ....	44
Tabela 15- Temperatura média nos pontos. ....	45
Tabela 16- Temperatura média nas coletas. ....	45
Tabela 17- OD médio nos pontos. ....	46
Tabela 18- OD médio nas coletas. ....	47
Tabela 19- Teor de sólidos totais dissolvidos médios nos pontos. ....	48
Tabela 20- Teor de sólidos totais dissolvidos médios nas coletas. ....	48
Tabela 21- Óleos e graxas médios nos pontos. ....	49
Tabela 22- Óleos e graxas médios nas coletas. ....	49
Tabela 23- DBO média nos pontos. ....	51
Tabela 24- DBO média nas coletas. ....	51
Tabela 25- Nitrogênio total médio nos pontos. ....	52
Tabela 26- Nitrogênio total médio nas coletas. ....	52
Tabela 27- Resultado do índice de qualidade da água para cada ponto do Rio. ....	56

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	OBJETIVOS .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	MUNICÍPIO DE MARMELEIRO – PR.....	15
3.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARMELEIRO .....	15
3.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	16
3.4	QUALIDADE DA ÁGUA .....	17
3.4.1	Parâmetros de qualidade .....	17
3.4.2	Principais poluentes .....	19
3.4.3	Água para abastecimento Público .....	21
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4.1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	23
4.2	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	24
4.3	IQA .....	25
4.4	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ANALISADOS .....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	28
5.2	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS E RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM A QUALIDADE DA ÁGUA.....	35
5.2.1	pH.....	35
5.2.2	Demanda química de oxigênio (DQO) .....	37
5.2.3	Turbidez .....	38
5.2.4	Condutividade .....	40
5.2.5	Nitrato .....	41

5.2.6 Fósforo .....	42
5.2.7 Temperatura .....	44
5.2.8 Oxigênio Dissolvido (OD) .....	45
5.2.9 Sólidos totais dissolvidos .....	47
5.2.10 Óleos e Graxas .....	48
5.2.11 Demanda Química de Oxigênio (DBO).....	50
5.2.12 Nitrogênio Total.....	51
5.2.13 Coliformes Termotolerantes .....	52
5.2.14 Análise de agrupamento (CAH) .....	53
5.2.15 Análise de componentes principais (ACP) .....	54
5.3 IQA.....	55
6 CONCLUSÃO.....	57
7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....	58
<b>APÊNDICE A</b> – Questionário aplicado à população ribeirinha.....	63
<b>APÊNDICE B</b> - Imagens dos pontos de coleta.....	65

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial, seus múltiplos usos são indispensáveis para inúmeras atividades humanas, como o abastecimento público e industrial, a produção de energia, recreação, diluição, transporte de despejos e, acima de tudo, é o principal constituinte de todos os organismos vivos. Assim, para cada uso existe uma qualidade desejável (SARDINHA et al., 2008).

A qualidade da água é uma junção de fenômenos naturais e antrópicos sobre o ambiente. A interferência humana seja de forma concentrada, como na geração de efluentes industriais, ou de forma dispersa, no uso de defensivos agrícolas no solo, contribui para a introdução de diversos compostos na água, causando sua contaminação e conseqüentemente colocando em risco a população que é abastecida com essa água.

Diante desse fato, é indispensável à avaliação da qualidade das águas numa bacia hidrográfica, visando realizar um gerenciamento sustentável dos recursos hídricos e seus múltiplos usos. Além disso, essa avaliação pode auxiliar na prevenção dos impactos futuros e também gerar alternativas para a conservação ou a recuperação dos recursos hídricos de uma bacia.

Para avaliar uma bacia hidrográfica, pode ser realizado um monitoramento ambiental, que caracteriza os aspectos significativos e permite diagnosticar as mudanças que ocorrem naquele ambiente. O monitoramento funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento das características de certo corpo hídrico, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas exercidas sobre os ecossistemas (GUEDES et al., 2012).

No Brasil, a legislação vigente que estabelece o padrão de qualidade para os corpos de água é a Resolução CONAMA nº. 357/2005, que dispõe sobre as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do corpo receptor. O cumprimento dessa resolução viabiliza o monitoramento da qualidade das águas e controle de fontes emissoras de poluentes (ARAÚJO et al., 2013).

A bacia hidrográfica do Rio Marmeleiro possui uma extensão de aproximadamente 47 km, com 14 afluentes, onde quase todos estão distribuídos na zona rural do município de Marmeleiro. A bacia é considerada de extrema importância, pois é único manancial de abastecimento público do Município de Marmeleiro- PR, que conta com 13.909 habitantes. Além disso, recebe ao longo do seu percurso o efluente da estação de tratamento de esgoto do município (MARMELEIRO, 2012).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Marmeleiro juntamente com monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos. Além disso, monitorar os parâmetros no curso do corpo hídrico e ao longo do tempo de monitoramento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar a qualidade da água do Rio Marmeleiro por meio de monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar a caracterização do uso e ocupação do solo ao longo do percurso do Rio;
- Verificar a relação entre o uso e ocupação do solo com os parâmetros avaliados;
- Avaliar os parâmetros durante os meses de monitoramento e dos pontos ao longo do curso do Rio;
- Avaliar a qualidade da água do manancial que serve como fonte de abastecimento público do município;
- Obter um índice de qualidade da água (IQA).

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 MUNICÍPIO DE MARMELEIRO – PR**

Com emancipação política administrativa no ano de 1961, Marmeleiro é um município localizado no Sudoeste do Paraná, a uma distância de 482 km da capital do estado, Curitiba, e a uma altitude de 653 metros acima do nível do mar. O município possuiu uma área territorial de 387,860 km<sup>2</sup> com uma população estimada em 13.909 habitantes (IBGE, 2010).

A economia do município é voltada principalmente à agricultura e a pecuária, sendo a maioria das empresas e indústrias do município direcionadas ao segmento de agronegócio. Na indústria também se destacam as atividades metalúrgicas, confecção vestuário, baterias automotivas, plástico, madeireira e fabricação moveleira. No comércio se destacam os setores de varejo e transporte como um grande gerador de empregos, envolvendo atividades de compra e venda de veículos, postos de combustíveis, oficinas mecânicas, assistência técnica especializada e representação comercial (MARMELEIRO, 2012).

#### **3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARMELEIRO**

A bacia hidrográfica do Rio Marmeleiro banha 60% do território do município, e possui uma extensão de aproximadamente 47 km em uma área de 252,109 km<sup>2</sup>, com 14 afluentes principais e múltiplos secundários. Estes estão distribuídos na maioria na zona rural do município. De um total de 1.498 propriedades rurais existentes no município, aproximadamente 50% encontram-se na bacia do Rio Marmeleiro (MARMELEIRO, 2012).

A bacia é o único manancial de abastecimento público do Município, o que corresponde a 100% da produção total do sistema. A nascente do Rio Marmeleiro encontra-se no Distrito do Alto São Mateus com latitude de 26°22'51.00'' S e longitude 53°3'26.69'' O. O ponto de captação de água do manancial fica localizado na região com latitude 26° 22'51.00''S e Longitude de 53°3'26.69'' O (MARMELEIRO, 2012).

A região da bacia é caracterizada pela ocorrência comum de propriedades com cultivo de lavouras e bovinocultura. Como a atividade agropecuária é intensa no entorno deste manancial e de suas nascentes, há a circulação de animais, o que pode comprometer a qualidade do Rio, tendo em vista que esse fator provoca assoreamento de suas margens, poluição de suas nascentes, bem como a destruição de sua vegetação ciliar. Nas áreas de preservação permanente, pode-se observar ausência de mata ciliar ao longo de parte da margem do Rio bem como de suas nascentes e fontes (MARMELEIRO, 2012).

### 3.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A ação antropogênica tem sido a causa da liberação de muitos agentes poluidores, como agrotóxicos, efluentes industriais e domésticos, com alta carga de matéria orgânica, além de substâncias eutrofizantes. A contaminação dos vários ambientes por meio dessa ação pode resultar em consequências, muitas vezes irreversíveis para os biomas (PERON et al., 2009).

Ao analisar os recursos naturais que são impactados negativamente pelas atividades antrópicas, pode-se destacar os recursos hídricos (SANTOS et al., 2014). As relações entre uso do solo e as águas estão claramente demonstradas, visto que a conversão de áreas florestadas, principalmente para o uso agrícola ou urbano, tem sido associada à diminuição da sua qualidade, ou seja, a qualidade da água de determinada bacia hidrográfica está diretamente interligada ao tipo de uso e ocupação do solo (BONNET et al., 2008).

Uma bacia hidrográfica é composta por diversas áreas que convergem para um curso principal, carregando material de origem natural e antrópico. A qualidade da água de qualquer Rio reflete a influência da geologia, clima, solos, vegetação e, sobretudo, do homem. Quanto à influência antrópica, os Rios assimilam materiais oriundos de fontes de poluição pontuais ou difusas, ou seja, de qualquer atividade em que as condições naturais da bacia são alteradas em função da expansão urbana (MOURA et al., 2010).

O monitoramento de variáveis ambientais em bacias hidrográficas procura caracterizar os principais aspectos que permitam diagnosticar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo e assim, avaliar os efeitos das atividades humanas exercidas nas bacias hidrográficas sobre os ecossistemas (QUEIROZ et al., 2010).

Atividades como a agricultura e a pecuária têm uma necessidade imediata: o espaço físico. Isto faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. A agricultura, por exemplo, é uma fonte de poluição difusa das águas superficiais, devido à utilização do solo sem respeitar sua capacidade de suporte, isso favorece para que os insumos agrícolas e matéria orgânica sejam levados até o curso d'água. Essas alterações químicas e ecológicas no sistema aquático conduzem ao desequilíbrio da fauna e flora dos corpos de água e isso resulta em prejuízos econômicos para toda a região (GONÇALVES et al., 2005).

Os poluentes provenientes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos de animais. Existe um consenso geral de que a atividade agropecuária tem uma importância relevante na contaminação dos mananciais, por ser uma atividade com alto potencial degradador, e, além disso, a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica em questão (MERTEN et al., 2002).

Quanto às atividades de pecuária em sistemas de confinamento, como a suinocultura, a bovinocultura e a avicultura são consideradas grandes poluidores. Seus detritos podem conter microrganismos patogênicos que contribuem para a contaminação da água que entra em contato com os mesmos, isso modifica sua qualidade e contribui para uma elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), o que causa um aumento dos sólidos suspensos nas águas contaminadas (BONNET ET et al., 2008).

Já o desenvolvimento urbano, tem produzido um ciclo de contaminação gerado pelos efluentes da população urbana, que são o esgoto doméstico, industrial e o esgoto pluvial (TUCCI, 2008). Nas áreas urbanas ocorre a impermeabilização do solo através das construções e pavimentações das ruas. Assim, contribui para um escoamento superficial mais intenso em consequência da pouca capacidade de infiltração e também aumento o risco de inundações (BRAGA et al., 2005).

Dentre as bacias mais impactadas quanto à qualidade da água estão aquelas que sofrem processo de ocupação acelerada da malha urbana. Apesar da impermeabilização do solo em áreas urbanas não ser o único contribuinte da poluição, ela é responsável por mudanças drásticas na hidrologia da bacia, o que causa grande parte das mudanças físicas que afetam os Rios urbanos (SANTOS et al., 2013).

### **3.4 QUALIDADE DA ÁGUA**

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que apresenta maior destaque, pois sua disponibilidade é essencial para todas as espécies, tanto em quantidade, como em qualidade (SARDINHA et al., 2008). A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros, que traduzem as suas características físicas, químicas e biológicas (SPERLING, 2005).

#### **3.4.1 Parâmetros de qualidade**

As características químicas, físicas e biológicas das águas naturais resultam de diferentes processos que ocorrem no corpo hídrico e também na bacia hidrográfica, como consequência da capacidade de dissolução de inúmeras substâncias e do transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2008).

As características químicas da água são de fundamental importância sanitária, pois a presença de algumas substâncias advindas do lançamento de efluentes dificulta a recuperação de Rios pela mudança brusca da qualidade nesses ecossistemas, isso acarreta em prejuízos e riscos significativos à população (NEVES et al., 2014).

Dentre as características químicas, o pH representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$ , o que indica a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (SPERLING, 2005). As águas de superfície apresentam pH variando entre 6,0 á 8,5, que é intervalo necessário para a manutenção da vida aquática. As alterações podem ocorrer devido a atividade algal, da dissolução de rochas e do lançamento de despejos domésticos e industriais (LIBÂNIO, 2008).

Outro parâmetro químico que merece importância é o oxigênio dissolvido. Ele é essencial para os organismos aeróbios, expressa a qualidade da água de um ambiente aquático. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias usam o oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo causar a redução da sua concentração no meio, e consequentemente podem vir a morrer seres aquáticos (SPERLING, 2005).

Dos parâmetros químicos geralmente utilizados em um monitoramento ambiental, destacam-se também a demanda química de oxigênio (DQO), que está relacionado à matéria orgânica. A mesma refere-se à medida da quantidade de oxigênio que é utilizada para degradar quimicamente a matéria orgânica, apresenta valor maior que o da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), visto que o oxidante utilizado na determinação é mais forte, sendo as duas expressas em mg de  $O_2 L^{-1}$  (DOMÈNECH e PERAL, 2006). A DBO refere-se à matéria orgânica passível de ser estabilizada biologicamente e a magnitude de consumo de oxigênio pelas bactérias na estabilização da matéria orgânica (LIBÂNIO, 2008).

Outro parâmetro é o nitrogênio, que pode ser encontrado de diversas maneiras no meio, como nitrogênio molecular, atmosférico, orgânico, amônia, nitrito e nitrato. Ele permite avaliar o grau e a distância de uma poluição pela quantidade e forma de apresentação de derivados nitrogenados (BRAGA et al., 2005). O nitrogênio apresenta origem antrópica, decorrente do lançamento de despejos domésticos, industriais, atividade pecuária, e também do uso de fertilizantes utilizados na agricultura que com as chuvas são carregados para os Rios (LIBÂNIO, 2008).

Por ser menos abundante que o nitrogênio, o fósforo é o principal fator limitante ao desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático. Mas, quando em elevadas concentrações pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, processo que é chamado de eutrofização. O fósforo também é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (SPERLING, 2005).

Quanto aos parâmetros físicos, tem-se temperatura, que consiste na medição da intensidade de calor. Sendo importante em um corpo hídrico, pois está ligada à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias e ao metabolismo dos seres que habitam os

corpos hídricos. Variações de temperatura em um mesmo corpo hídrico podem indicar despejos industriais ou águas de refrigeração proveniente de máquinas e caldeiras, visto que possui um alto calor específico, o que resulta em variações bruscas e indica influências externas (LIBÂNIO, 2008).

A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, chamadas de coloides, que estão finamente dispersos. Quanto a sua origem natural, pode ser advinda da decomposição de matéria orgânica, e antropogênica, de resíduos industriais e esgotos domésticos. Deve-se distinguir a cor aparente e a cor verdadeira, uma vez que no valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água (SPERLING, 2005).

Outro parâmetro é a turbidez, que é a propriedade de desviar raios luminosos. É decorrente de materiais em suspensão na água (BRAGA et al., 2005). Além da ocorrência natural, a turbidez da água pode ser causada pelo lançamento de efluentes. Em corpos d'água a turbidez pode reduzir a penetração de luz e isso afeta a fotossíntese (LIBÂNIO, 2008).

Os sólidos totais são constituídos pelos sólidos dissolvidos, coloidais e suspensos e classificados de acordo com o tamanho das partículas. Sendo os sólidos dissolvidos os de diâmetro inferior a  $10^{-3}\mu\text{m}$ , os coloidais de  $10^{-3}\mu\text{m}$  a  $10^0\mu\text{m}$ , e os suspensos os de diâmetro superiores a  $10^0\mu\text{m}$  (SPERLING, 2005).

Quanto à condutividade elétrica, ela indica a capacidade da água de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em aniões e cátions, sendo diretamente proporcional a concentração iônica. É um parâmetro importante, pois pode indicar o lançamento de efluente por relacionar-se com a concentração de sólidos dissolvidos (LIBÂNIO, 2008).

As características biológicas das águas naturais referem-se aos diversos microrganismos que habitam o ambiente aquático. A análise de presença ou ausência de microrganismos indicadores de contaminação fecal é um excelente critério na avaliação da qualidade da água, pois permite verificar a contaminação de corpos hídricos por dejetos humanos (SPERLING, 2005). Para essa análise, utilizam-se principalmente bactérias do grupo coliforme, em especial a *Escherichia coli*, por ser um organismo considerado ideal para essa função, e sua presença indica a contaminação do corpo hídrico (VASCONCELLOS et al., 2006).

### **3.4.2 Principais poluentes**

As alterações de origem antrópica na qualidade das águas naturais ocorrem em função do tempo e do espaço. Os poluentes podem ser introduzidos no meio aquático de

forma pontual ou difusa e por origem natural ou antrópica. A pontual manifesta-se de forma concentrada no espaço, quando o lançamento de certo efluente é feito diretamente no corpo hídrico. Já a difusa, distribui-se ao longo do curso d' água, e por isso de mais difícil controle (LIBÂNIO, 2008).

Os poluentes são classificados conforme a sua natureza e com os principais impactos causados pelo seu lançamento no meio aquático. Dentre eles, pode-se destacar os poluentes orgânicos biodegradáveis, onde sua presença no meio aquático pode causar a destruição da fauna ictiológica e de outras espécies aeróbias em razão do consumo do oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores (MOTA, 2012).

Quanto aos poluentes orgânicos recalcitrantes, muitos deles não são biodegradáveis ou tem taxa de biodegradação lenta. Geralmente esses poluentes são criados por processos tecnológicos e o seu impacto está relacionado à sua toxicidade. Em consequência do fenômeno de bioacumulação, sua concentração no tecido dos organismos vivos é alta, caso eles não possuam mecanismos metabólicos que eliminem esses compostos após sua ingestão (BRAGA et al., 2005).

Outro poluente são os metais, que estão naturalmente presentes em águas de diferentes localidades. Algumas atividades humanas, como mineração, indústria e agricultura, podem provocar aumento na mobilização de metais, a partir de solos ou resíduos até a água. Mesmo em baixas concentrações, podem ser tóxicos tanto para organismos aquáticos, quanto para os seres humanos (ANA, 2011).

A água pode ser responsável pela transmissão de várias doenças, através dos organismos patogênicos, que é outro poluente muito relevante. Essas doenças podem causar incapacitação temporária ou até mesmo a morte, sendo responsáveis por boa parte da ocupação de hospitais e diminuição da qualidade de vida dos seres humanos (SPERLING, 2005).

A contaminação por excesso de nutrientes tornou-se o problema de qualidade da água mais comum em todo o planeta. Essa contaminação, geralmente associada a excessos de nitrogênio e fósforo, provenientes do escoamento da agricultura, mas também provocada por lançamento de esgoto e de resíduos industriais, tende a aumentar taxas de produção de matéria vegetal por meio da fotossíntese em níveis excessivos, levando a um supercrescimento de plantas vasculares, a aflorações de algas e ao esgotamento do oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar a morte de organismos aquáticos (MOTA, 2012).

Os sólidos em suspensão são poluentes que se caracterizam pelo aumento da turbidez na água e diminui a sua transparência. Esse processo reduz as taxas de fotossíntese e

prejudica a procura de alimento para algumas espécies, o que pode causar um desequilíbrio na cadeia alimentar (SPERLING, 2005).

A temperatura da água tem papel importante na sinalização de funções biológicas, como a desova, a migração de peixes e pode afetar as taxas metabólicas de organismos aquáticos. Alterações na temperatura natural dos ciclos da água podem impedir a reprodução de algumas espécies e pode também favorecer alguns sinergismos nocivos ao ambiente (ANA, 2011).

A radioatividade da maioria das águas esta bem abaixo das concentrações máximas permitidas. Mas, o uso dela pelo homem tem liberado maiores quantidades dessas substancias no meio ambiente. Uma exposição prolongada a radioatividade pode provocar o aparecimento de várias doenças e ela também pode afetar as células envolvidas na reprodução dos indivíduos (BRAGA et al., 2005).

### **3.4.3 Água para abastecimento Público**

Dentre os vários usos da água, o abastecimento humano é considerado prioritário, pois o homem depende de uma oferta adequada de água para sobreviver. A qualidade de vida dos seres humanos está interligada á qualidade da água por ele consumida, pois ela é utilizada para o funcionamento do seu organismo, para o preparo de alimentos, e também para a higiene pessoal (BRAGA et al., 2005). Para isso, é preciso que se atenda ao padrão de potabilidade, que são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas nas águas de abastecimento. Esses limites são definidos geralmente por decretos, regulamentos ou especificações (FREITAS et al., 2002).

A água utilizada para abastecimento doméstico deve ter características sanitárias e toxicológicas adequadas, como estar isenta de organismos patogênicos, para assim prevenir danos à saúde do ser humano (BRAGA et al., 2005). A qualidade da água de abastecimento, particularmente nos grandes centros urbanos, onde os mananciais são poluídos por concentrações significativas de efluentes domésticos e industriais deve merecer consideração especial por parte das autoridades de saúde pública.

A qualidade da água é susceptível às condições ambientais a qual está exposta e, na maioria das vezes, é necessário um tratamento para torná-la potável. O tratamento convencional inclui várias etapas, todas elas devem ser monitoradas para garantir que o produto final atenda às normas e ao padrão de potabilidade (FREITAS et al., 2002).

A organização Mundial da Saúde estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano devido a doenças transmitidas pela água, como a cólera e a diarreia. E ainda

indica que nos países em desenvolvimento cerca de 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de um sistema de abastecimento de água potável (BRAGA et al., 2005).

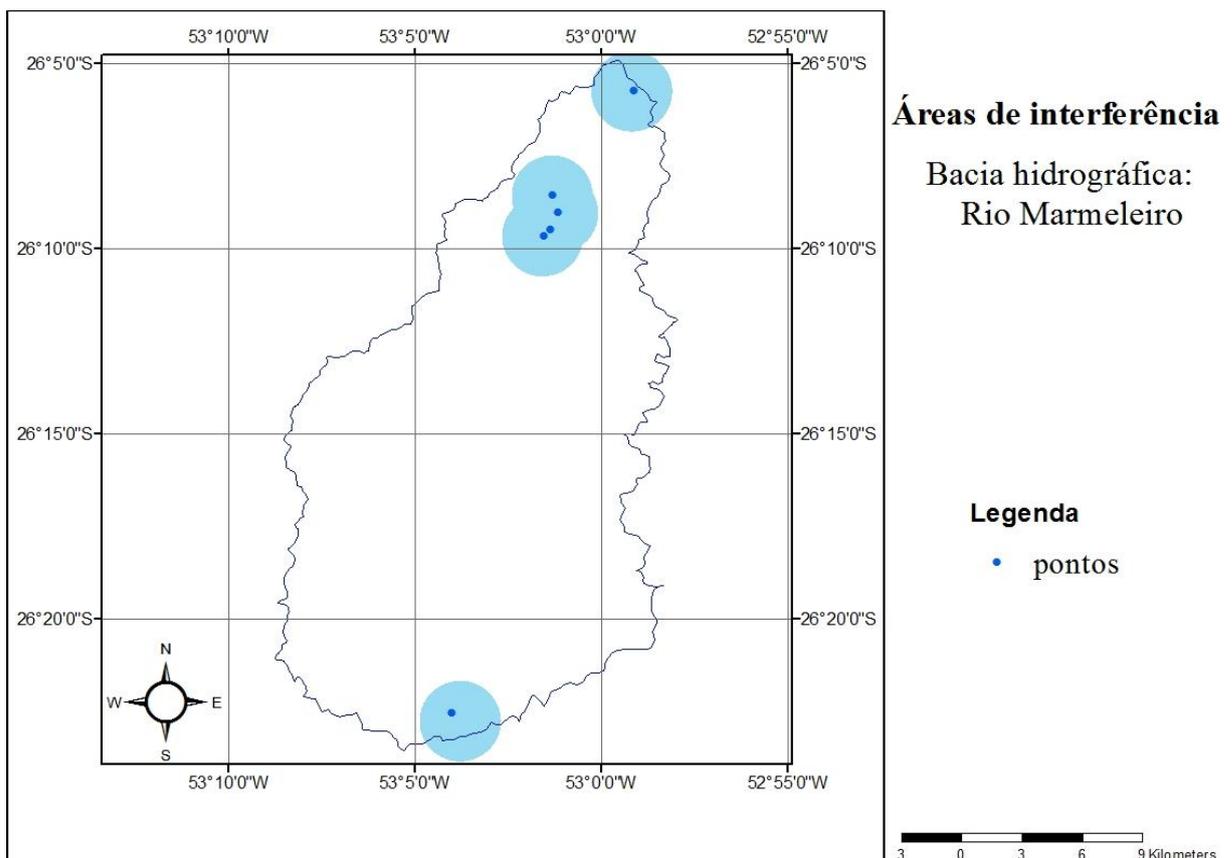
Entende-se que a importância dos sistemas de abastecimento de água está relacionada com a melhoria da qualidade de vida e com o aumento da vida média dos habitantes. Conforme ocorre o aumento da eficiência dos serviços de abastecimento de água, diminui a incidência de doenças relacionadas com a água (FUNASA, 2004).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O diagnóstico do uso e ocupação do solo serve como ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, com ele é possível verificar a influência das atividades desenvolvidas na bacia sobre os recursos hídricos e a obtenção destas informações pode ser utilizada como subsídio para a correção de problemas existentes.

Para isso, foram confeccionados mapas de uso e ocupação do solo a partir de imagens de satélite disponíveis, utilizando os softwares Global Mapper (GLOBAL MAPPER, 2015) e ArcGIS (ARCMAP, 2015) considerando um raio de abrangência de dois quilômetros em cada ponto (Figura 1). Assim foi possível verificar o uso do solo da bacia hidrográfica em cada ponto dentro do raio já definido, e se existe alguma relação com a qualidade da água. Também foi realizada uma observação *in loco* nos pontos de coleta.



**Figura 1-** Áreas de interferência analisadas em capa ponto.

Além disso, foi aplicado um questionário (anexo A) à população que habita as proximidades do Rio, com intuito de identificar possíveis fontes de contaminação.

## 4.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O estudo foi realizado ao longo do leito do Rio Marmeleiro, durante o período de julho do ano de 2014 á junho do ano de 2015, para que fossem identificados os possíveis pontos de maior impacto e poluição do mesmo. Os pontos definidos para a coleta das amostras foram: nascente do Rio (Ponto 01), início da área urbana (Ponto 02), ponto de captação da água para o abastecimento urbano (Ponto 03), ponto na área central (Ponto 04), ponto no lançamento do efluente tratado na estação de tratamento de esgoto – ETE (Ponto 05) e um ponto na Foz do Rio (Ponto 06), como mostra o Quadro 01 e Figura 2.

Amostras	Coordenadas	Características
Ponto 01	26°22'46"S, 53°03'45"W	Nascente do Rio Marmeleiro
Ponto 02	26°09'39"S, 53°01'34"W	Início da área urbana
Ponto 03	26°09'29"S, 53°01'22"W	Ponto de captação de água para o abastecimento urbano – ETA
Ponto 04	26°09'8"S, 53°01'12"W	Área central Ponto de lançamento de efluente tratado– ETE
Ponto 05	26°08'57"S, 53°01'8"W	Cemitério
Ponto 06	26°05'46"S, 52°59'10"W	Foz do Rio

Quadro 01- Localização e identificação dos seis pontos de coleta (2016).



Figura 2- Localização dos pontos de coleta.

Os procedimentos adotados para a coleta, armazenamento e transporte das amostras foram seguidos conforme descrito no “Standard Methods” (APHA, 1998).

Para monitorar a qualidade da água foram realizadas análises de pH, OD, temperatura, condutividade elétrica, cor predominante, sólidos totais, DQO, DBO, fósforo, óleos e graxas, nitrogênio total, nitrato, coliformes totais e termotolerantes, conforme a metodologia descrita no “Standard Methods” (APHA, 1998).

### 4.3 IQA

A partir dos parâmetros físico-químicos e biológicos obtidos, foi possível calcular o índice de qualidade das águas (IQA). O índice é composto por nove parâmetros, para cada parâmetro é atribuído um peso  $w$ , que são fixados em função de sua importância na qualidade da água, conforme mostra a Tabela 1. Além do seu peso  $w$ , cada parâmetro possui um valor de qualidade  $q$ , obtido da respectiva curva de qualidade em função de sua concentração (GRUNITZKI ET AL., 2013).

**Tabela 1-** Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos.

<b>Parâmetros</b>	<b>Pesos</b>
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	0,17
<b>Coliformes Fecais</b>	0,15
<b>Potencial Hidrogeniônico</b>	0,12
<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)</b>	0,10
<b>Temperatura</b>	0,10
<b>Nitrogênio Total</b>	0,10
<b>Fósforo Total</b>	0,10
<b>Turbidez</b>	0,08
<b>Resíduo Total</b>	0,08

Fonte: CETESB (2011).

Para o cálculo do IQA foi utilizado uma ferramenta da WEB denominada BasIQA proposto por Grunitzki (2013). Além disso, foi possível obter um relatório de identificação e classificação individual de cada parâmetro de acordo com a resolução 357/2005 de CONAMA, bem como a classificação final do corpo hídrico.

O cálculo do IQA é dado por meio do produto ponderado dos nove parâmetros (Equação 1).

$$IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1)$$

Onde:

IQA= Índice de qualidade de água;

qi= qualidade do parâmetro i obtido pela respectiva curva média de qualidade;

w= peso do parâmetro i, atribuído em função de sua importância na qualidade de água.

A partir do cálculo, pode-se determinar a qualidade da água bruta, numa escala de 0 a 100, representada na Tabela 2.

**Tabela 2-** Classificação das águas de acordo com o IQA.

Valor do IQA	Classificação
80 – 100	Ótima
51 – 79	Boa
37 – 50	Aceitável
20 – 36	Ruim
0 – 19	Péssima

Fonte: CETESB (2011).

#### 4.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ANALISADOS

Para avaliar os resultados obtidos nas análises físico-químicas e biológicas em cada ponto e em cada período, foram realizadas testes de comparação de médias não paramétricas Kruskal-Wallis, com 5% de significância, para cada parâmetro visando avaliar a evolução ao longo do tempo e do espaço.

No contexto geral, com o intuito de verificar se existe relação entre os parâmetros analisados foi utilizada a análise de componentes principais. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software XLSTAT (Addinsoft, 2016) para plataforma Windows.

Para o enquadramento da água do Rio Marmeleiro em classes foi utilizada a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/05, que dispõe sobre

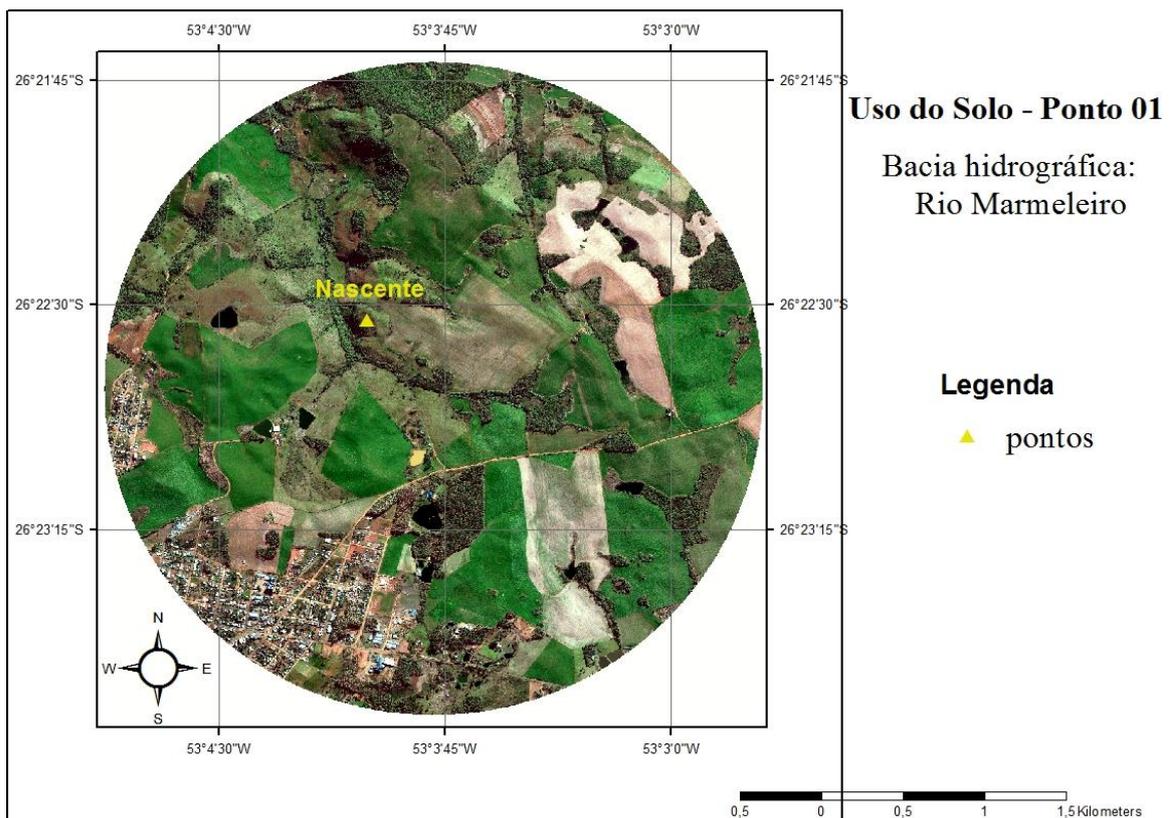
a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A avaliação dos impactos do uso dos solos sobre os ambientes naturais é fundamental, o crescimento da malha urbana, acompanhada pelo desenvolvimento cada vez maior de materiais e técnicas agrícolas, tem levado ao uso excessivo do solo para a agricultura. O mapeamento do solo é muito importante para evitar a degradação ambiental dos corpos hídricos e o desequilíbrio ecológico (QUEIROZ et al., 2010).

A partir do mapa de uso e ocupação do solo no ponto 01 (Figura 3), observa-se que as atividades predominantes nessa área são a agricultura e a pecuária. Com a visita *in loco*, confirmou-se esse fato e, que algumas propriedades nas redondezas utilizam a nascente como fonte de abastecimento de água, tanto para as pessoas que moram ali como para os animais das propriedades.



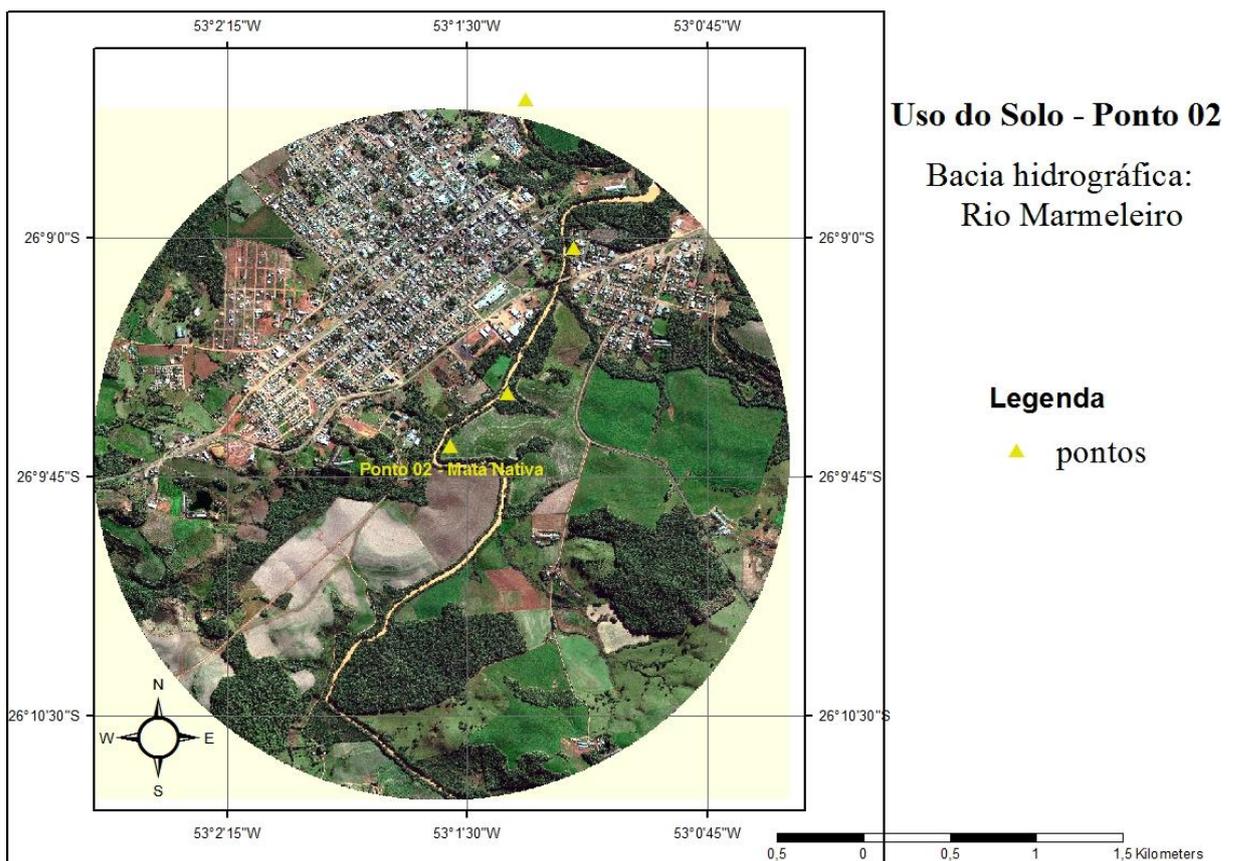
**Figura 3-** Mapa de localização do ponto 01 (nascente) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

Para a Embrapa (2003), a agricultura e a pecuária não são os únicos agentes responsáveis pela perda da qualidade da água, mas, direta ou indiretamente, contribuem para a

degradação dos mananciais, com a contaminação dos corpos d'água por substâncias orgânicas ou inorgânicas, naturais ou sintéticas e, ainda, por agentes biológicos.

No ponto 02 (mata nativa), pode notar-se pelo mapa de ocupação do solo (Figura 4) que está localizado no início da malha urbana da cidade de Marmeleiro- PR há algumas áreas de mata ciliar e também lavouras, que podem causar interferência na qualidade da água do Rio em questão. Na visita ao local, verificou-se a existência de uma propriedade que utiliza a área para camping, usando o Rio para balneabilidade. Também foi observada a presença de animais que usam a água do Rio como fonte de água.

Para Bonnet et al. (2008) técnicas empregadas na agricultura, como o uso de agrotóxicos e fertilizantes, podem trazer grandes estragos ambientais, principalmente quanto à poluição das águas. Gonçalves et al. (2005) afirma que os agro fertilizantes quando usados de forma excessiva podem poluir as águas superficiais prejudicando o ecossistema.

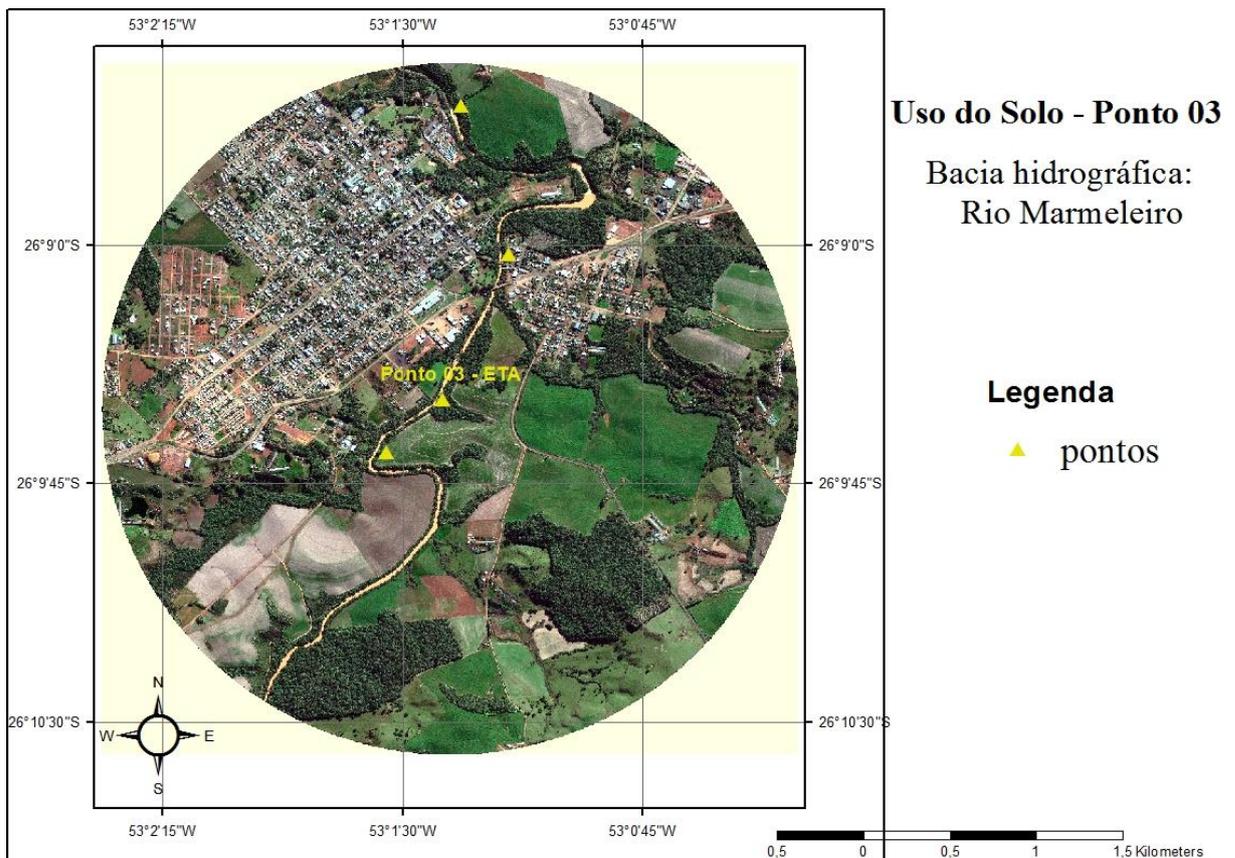


**Figura 4-** Mapa de localização ponto 02 (mata nativa) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

O ponto 03 está localizado próximo à estação de tratamento de água do município, nota-se após analisar a imagem (Figura 5) em alta resolução, que na margem direita do Rio tem-se a predominância da agricultura e algumas áreas com mata. Na margem esquerda, na

maior parte da área está a cidade de Marmeleiro. Em visita nas localidades próximas ao ponto, observou-se que algumas indústrias estão instaladas muito próximas ao leito do Rio, e em alguns casos podem prejudicar a qualidade da água desse recurso hídrico.

Para Machado et al. (2013) as relações entre urbanização e recursos hídricos têm sido marcadas com prejuízo significativo para as águas urbanas, o que traz prejuízos para toda coletividade. A degradação dos Rios tem sido um dos preços pagos pelo desenvolvimento urbano descomprometido com o ambiente.



**Figura 5-** Mapa de localização ponto 03 (ETA) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

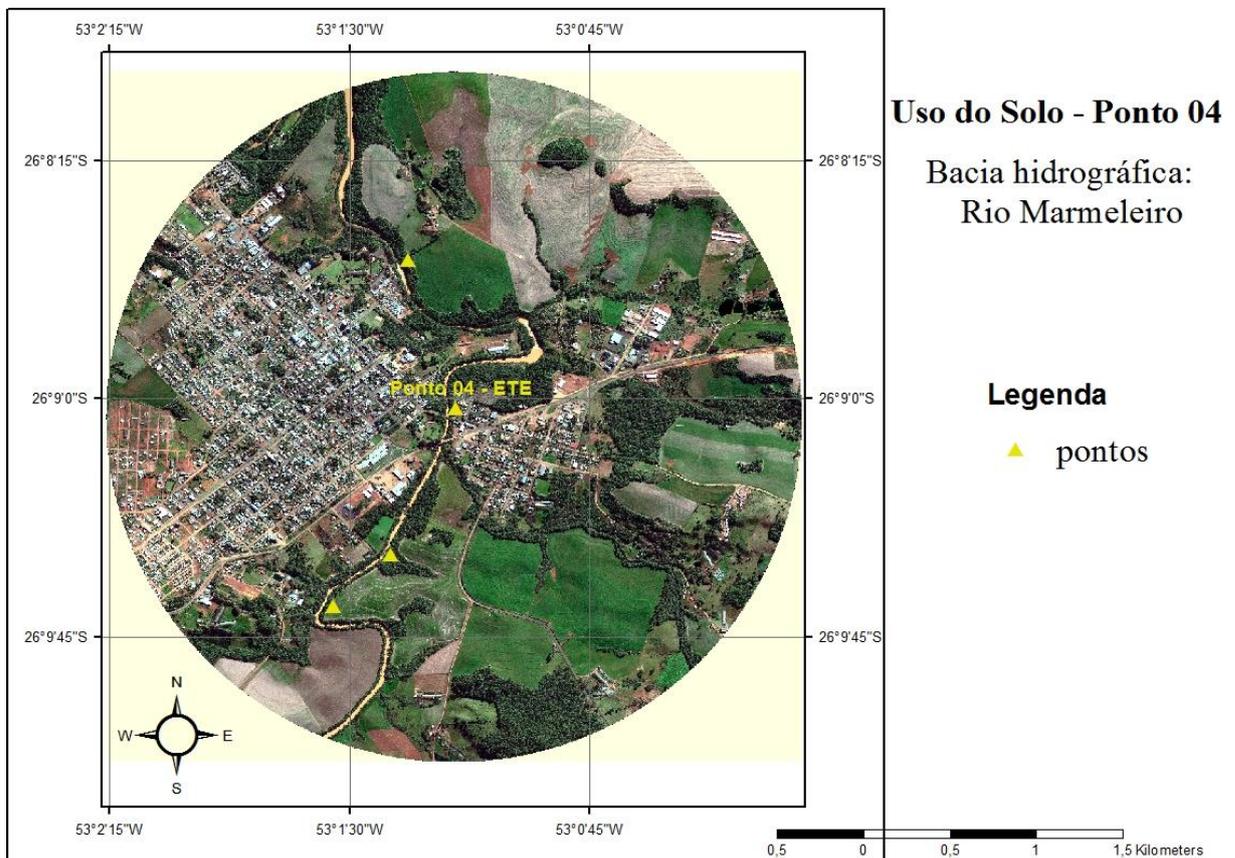
Quanto ao ponto 04, depois de uma análise detalhada da imagem em alta resolução, observou-se que o ponto é localizado logo após o local de lançamento do esgoto tratado da cidade. Também nessa região, a malha urbana pode influenciar, como por exemplo, quando ocorrem precipitações e detritos são carreados para dentro do percurso do Rio.

Na visita ao local, observou-se que algumas residências despejam seu esgoto doméstico diretamente no corpo hídrico sem nenhuma forma de tratamento prévio e também uma grande carga de esgoto que é liberado da ETE para o Rio, com um forte odor de matéria

orgânica em decomposição, causando interferências na vida aquática e na qualidade da água do Rio em estudo.

Uma hipótese para esse forte odor próximo a esse ponto, é de que a estação de tratamento de esgoto esteja sobrecarregada, ou seja, recebendo um volume muito mais alto do que aquele que pode tratar, o que diminuía eficácia do tratamento.

Machado et al. (2013) destaca às consequências vindas da ausência de tratamento prévio do esgoto doméstico, por ser este um dos principais problemas dos cursos d'água em áreas urbanas. Quando o esgoto é lançado em quantidade superior à capacidade de assimilação do corpo d'água, sobrecarrega o ambiente, causa o desequilíbrio na sua composição e estrutura e assim gera à poluição.



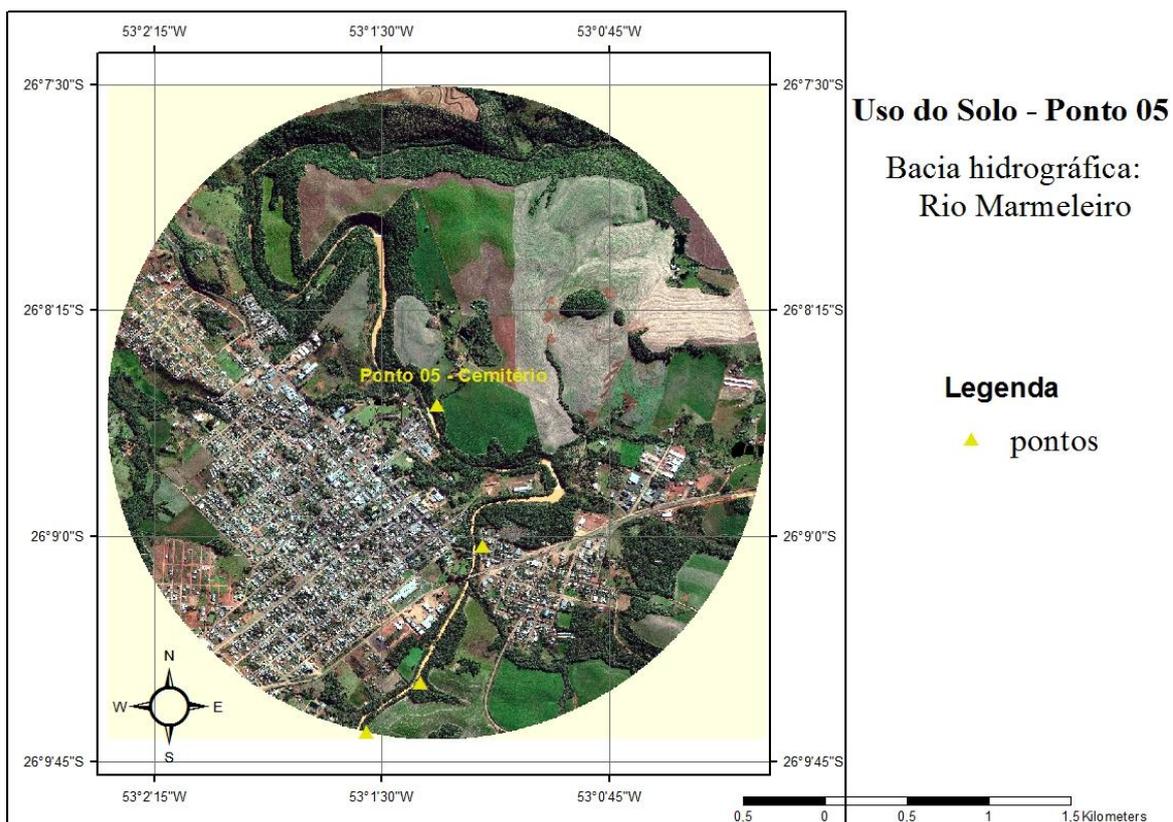
**Figura 5-** Mapa de localização ponto 04 (ETE) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

No final da malha urbana tem-se o ponto 05, observa-se na Figura 6 que o ponto é muito próximo ao cemitério da cidade. Na margem direita do curso do Rio, há novamente o uso do solo é destinado à agricultura, atividade predominante do município de Marmeleiro-PR.

Na visita *in loco*, notou-se a quase escassa presença de mata ciliar, que é de suma importância para manter a qualidade da água, pois ela funciona como um filtro natural para todas as impurezas que chegam até o corpo hídrico.

Outro impacto relevante que foi observado são os resíduos sólidos carregados para o Rio quando ocorrem precipitações, isso causa a contaminação do mesmo e prejudica a vida aquática. Esse impacto poderia ser evitado com o descarte correto dos resíduos. A presença de resíduos foi notada em praticamente em todos os pontos do Rio, em menor ou maior quantidade.

Para Silva et al. (2002) os cemitérios podem trazer sérios problemas ambientais à qualidade da água, pela infiltração das águas de chuva nos túmulos, promovendo o transporte de muitos compostos químicos (orgânicos e inorgânicos) para o solo, que, dependendo das características geológicas do terreno, podem alcançar o aquífero, contaminando-o.



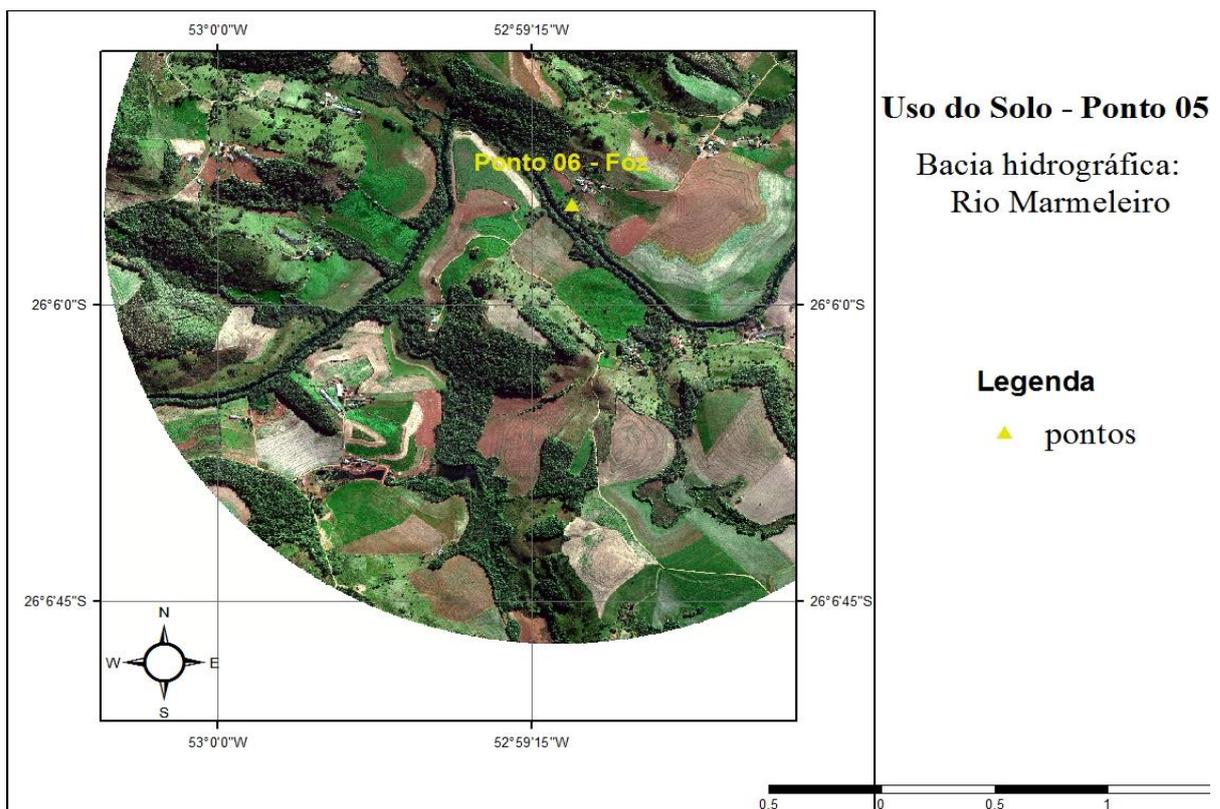
**Figura 6-** Mapa de localização ponto 05 (cemitério) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

Quanto ao ponto 06, a foz do Rio (Figura 7) observou-se o domínio de propriedades onde é praticada a agricultura e a pecuária. Também há a presença de faixas de mata, que provavelmente devem ser áreas de preservação permanente. Segundo a Embrapa (2003), os

Rios podem receber grandes quantidades de nutrientes, principalmente em regiões onde o solo é utilizado para a agricultura. Nessas regiões, as partículas são arrastadas para o corpo hídrico durante o escoamento superficial e os nutrientes presentes nessas áreas atuarão como contaminantes da água.

Na visita nas proximidades do ponto, atentou-se a que em algumas propriedades o esgoto doméstico era direcionado diretamente ao corpo hídrico. Observa-se também a presença de fezes de animais muito próximas ao leito do Rio, que podem levados até ele com a precipitação. Esse fato pode contribuir para a contaminação fecal do Rio, o que prejudica a qualidade da água.

Segundo Vasconcelos et al. (2006), o escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água. Amaral et al. (2003), diz que a presença de coliformes na água tem relação direta com a chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais.



**Figura 7-** Mapa de localização ponto 06 (foz) utilizado no estudo de uso e ocupação do solo.

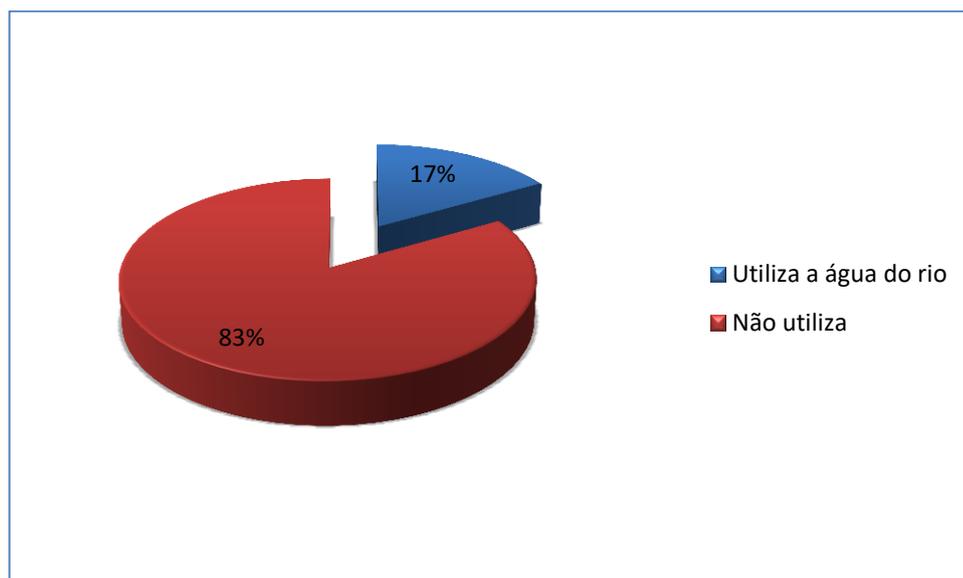
O Rio Marmeleiro está sujeito, ao longo da sua bacia a várias ações antrópicas, por ser uma região de intensa atividade agropecuária e de ocupação urbana. Dentre alguns dos

principais impactos, pode-se destacar o uso de fossas para o descarte do esgoto doméstico em muitas das residências, tanto na área rural como na área urbana.

Com a aplicação do questionário para população ribeirinha, obteve-se o dado de que 100% das propriedades não possuem rede de esgoto e a maioria delas utilizam as fossas para descarte do resíduo doméstico. Ainda, algumas delas afirmaram que o esgoto doméstico é conduzido diretamente ao corpo hídrico sem nenhum tratamento prévio.

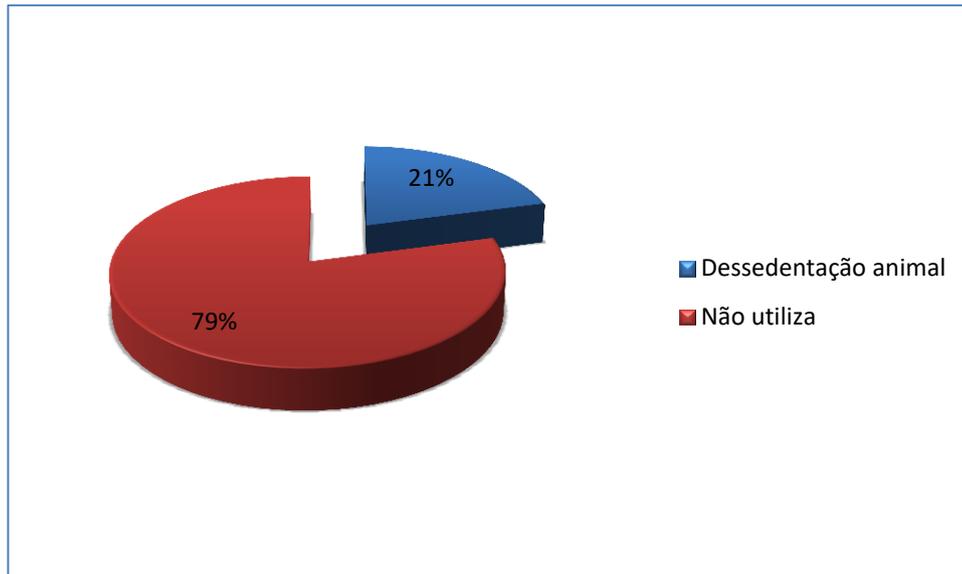
Tosti et al. (2014), identificou no seu trabalho um grande número de fossas negras em propriedades rurais no município de Santa Fé do Sul, em São Paulo. Souza et al. (2010) afirmou que o uso de fossas ainda é uma realidade de quase todos os municípios do Brasil.

Outro dado interessante observado com o questionário foi que cerca de 17% da população ribeirinha utiliza a água do Rio Marmeleiro, principalmente para balneabilidade, pesca e atividades domésticas.



**Figura 8-** Percentagem do uso da água do Rio.

Quanto a dessedentação de animais, cerca de 21% das propriedades localizadas no entre os pontos 1 e 6 (nascente e foz do Rio), utilizam a água do Rio Marmeleiro para esse fim, esse fato pode contribuir com parte da contaminação fecal encontrada nesses pontos.



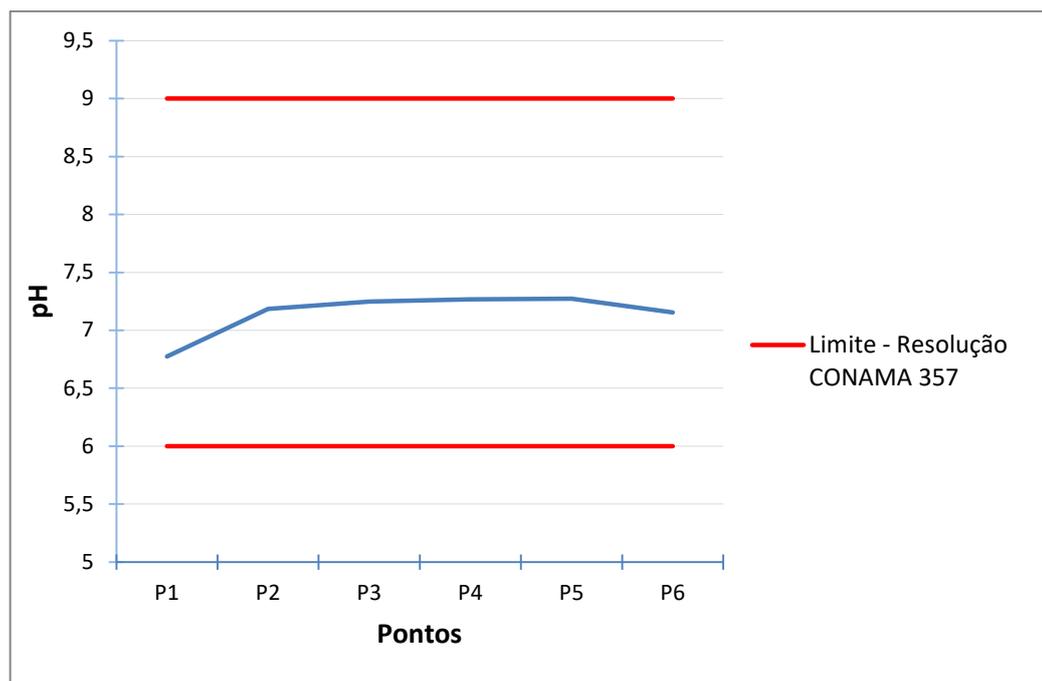
**Figura 9-** Percentagem do uso da água do Rio para dessedentação animal.

Para Silva (2002), o mapeamento do solo pode auxiliar no processo de monitoramento ambiental. Assim, destaca-se a importância da avaliação do uso e ocupação do solo, pois, com ela é possível ter uma noção sobre a situação de uso e preservação da região em estudo.

## **5.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS E RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM A QUALIDADE DA ÁGUA**

### **5.2.1 pH**

A Figura 10 demonstra que em todos os pontos analisados o pH não apresentou muita variação ao longo do curso do Rio, apenas o ponto 1 (a nascente do Rio) apresentou diferenças significativas, como pode-se observar na Tabela 3. Entre as coletas (Tabela 4), observou-se a variação entre a maioria das mesmas.



**Figura 10-** Representação gráfica da variação do pH e comparação com a legislação.

De acordo com a Resolução do CONAMA 357 (BRASIL, 2005), o Rio Marmeleiro se enquadra nos corpos hídricos de Classe II. Dessa forma, todos os valores encontrados para pH estão dentro do permitido pela legislação.

Segundo Araújo et al. (2008), o pH é um importante aliado na avaliação da qualidade da água pois pode influenciar processos biológicos e químicos dentro do corpo hídrico. Os valores obtidos em todos os pontos de amostragem do seu estudo indicam que as águas da Bacia se encontram próximo à neutralidade. Para Libânio (2008) a água tende a ter pH em torno da neutralidade.

Alves et al. (2008) em um trabalho no Rio Pirapó, obteve os valores de pH da água do Rio entre de 7,2 a 8,4, dentro dos limites estabelecidos, similar aos resultados encontrados neste trabalho.

**Tabela 3-** Valores médios de pH em cada um dos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
Média/ Dp	6,79± 0,38 a	7,20± 0,35 b	7,26± 0,37 b	7,28± 0,35 b	7,29± 0,73 b	7,17± 0,36 b

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos, ao nível de 5% de significância.

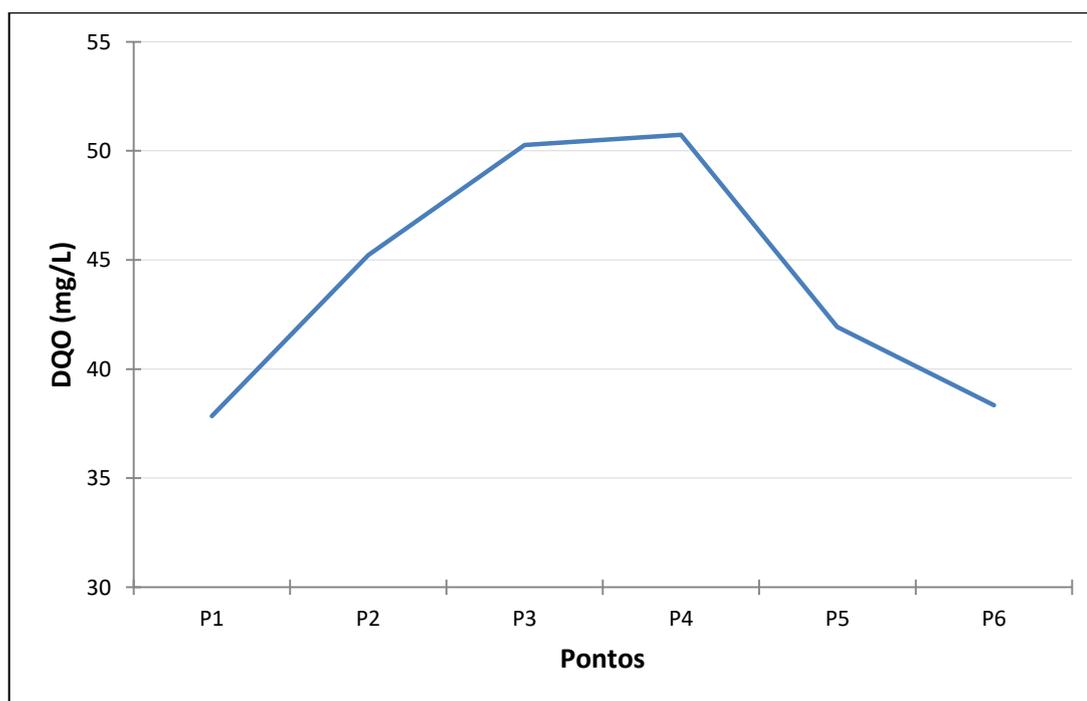
**Tabela 4-** Valores médios de pH em cada coleta mensal.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Média	6,89±	7,41±	7,66±	7,08±	6,85±	6,74±	6,90±	7,38±	7,66±	7,13±	6,92±
/ Dp	0,21	0,54	0,59	0,18 b	0,10 a	0,35 a	0,31	0,14 c	0,49 d	0,22	0,59
	ab	cd	cd				ab			bc	ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.2 DQO

Para o parâmetro da DQO, todos os dados demonstraram médias estatisticamente iguais de acordo com o teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos (Tabela 5), ao nível de significância de 5%. Já entre as coletas (Tabela 6), ao nível de significância de 5%, foram obtidas médias estatisticamente diferentes nos meses de julho, outubro e junho. Como podemos observar na Figura 11, as maiores médias encontraram-se nos pontos 3 e 4 possivelmente devido a alta carga de matéria orgânica nesses pontos (ETA, ETE).



**Figura 11-** Representação gráfica da variação da DQO ao longo dos pontos.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) não utiliza a demanda química de oxigênio para classificação dos corpos hídricos de água doce.

A demanda química de oxigênio (DQO) é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de corpos hídricos, o aumento da sua concentração num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2011). Para Alves (2008) a

DQO é um importante parâmetro utilizado em conjunto com OD e DBO para estudos da oxigenação da água.

Neves et al. (2014) em trabalho similar aponta que o local que apresenta menor quantidade de carga orgânica é o ponto amostral 1 e, os maiores valores observados foram nos pontos 4 e 5, pontos próximos a malha urbana, concentrando assim nestes pontos alta carga de matéria orgânica. Valores similares foram encontrados no estudo em questão.

**Tabela 5-** Valores médios de DQO nos pontos.

Ponto	1	2	3	4	5	6
Média/	37,85±	45,22±	50,27±	50,74±	41,93±	38,54±
Dp	18,75a	18,52a	27,34a	32,90a	28,05a	16,71a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos, ao nível de 5% de significância.

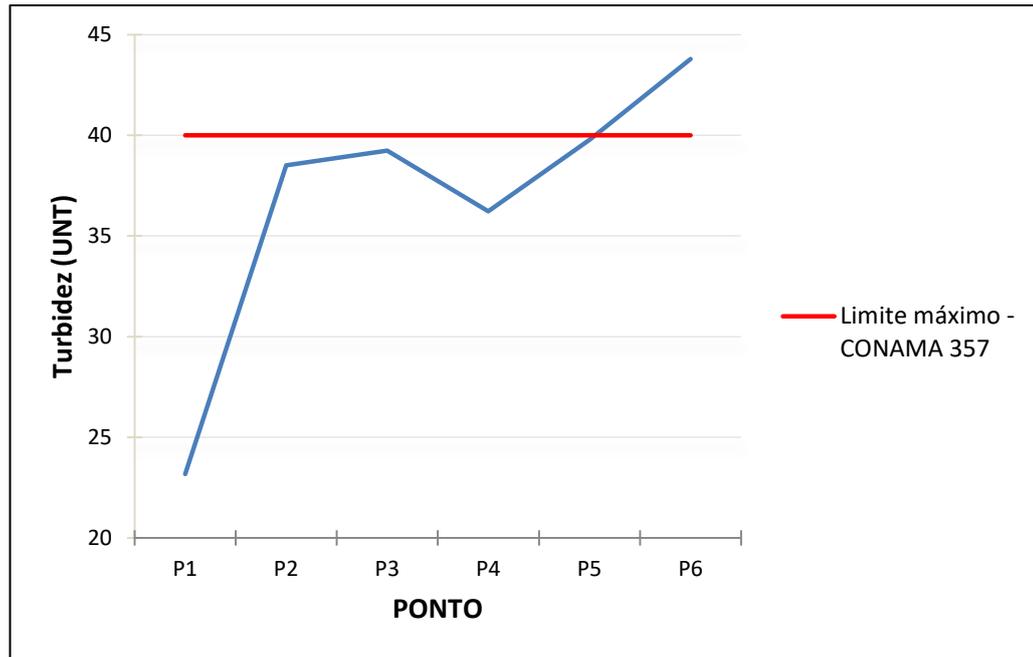
**Tabela 6-** Valores médios de DQO coletas ao longo do ano.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Média	25,	38,85±	36,45	40,71±	53,00±	53,30±	57,93±	36,02±	61,78±	46,04±	32,89±
/ Dp	93±	12,56	±10,3	13,65	25,37a	38,01a	22,06	19,59a	20,97	17,13a	21,03
	4 a	ab	a	ab	b	b	b	b	b	b	a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.3 Turbidez

O parâmetro da turbidez, em relação aos pontos apresentou variação significativa (Tabela 7), com menor turbidez no ponto 1 (nascente) e maior no ponto 6 (foz do Rio) como pode-se notar também na Figura 12, isso possivelmente acontece devido aos sedimentos que são carregados da superfície para o percurso do Rio. Durante as coletas, também houve variação significativa entre os períodos, segundo o teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%, possivelmente devido à sazonalidade.



**Figura 12-** Representação gráfica da variação da Turbidez ao longo dos pontos e comparação com a legislação.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), estabelece para a turbidez um limite máximo até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). Todos as médias dos pontos ficaram próximas a esse valor, e o ponto 5 acima do valor estabelecido pela legislação.

Para Sardinha et al. (2008), a turbidez na água é causada por matéria orgânica e inorgânica que estão em suspensão, valores altos para esse parâmetro possivelmente ocorrem pelo escoamento de águas superficiais.

**Tabela 7-** Valores médios de turbidez nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
Média/ Dp	39,27± 25,29 a	40,00± 25,44 ab	36,99± 22,40 b	40,54± 26,90 ab	44,55± 52,00 ab	27,01± 8,78 ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 8-** Valores médios de turbidez durante o período de coletas.

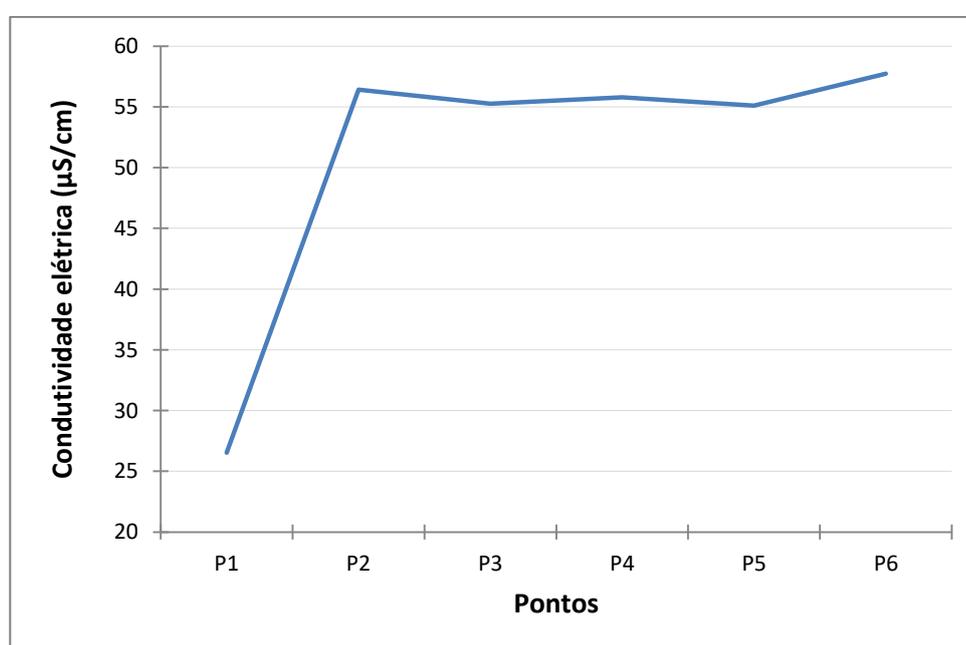
Colet	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
a											
Médi	25,06	26,58	22,67±	26,05±	53,90±	43,04±	36,54	25,27±	23,84	20,30	22,21±
a/ Dp	± 4,20	± 2,56	0,95	55,05 g	16,84 f	13,57	± 6,52	4,03	± 1,54	± 1,28	2,49
Dp	cd	d	bc			ef	e	cd	c	a	ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.4 Condutividade

Analisando a condutividade elétrica nos pontos amostrados, com o auxílio do teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos (Tabela 9), ao nível de significância de 5%, é possível verificar diferenças estatísticas das médias apenas para o ponto 1.

Nesse ponto fica localizada a nascente do Rio Marmeleiro, conseqüentemente com menor condutividade elétrica (Figura 13), nos demais pontos do percurso do Rio, possivelmente com condutividade maior devido à antropização. Para as coletas (Tabela 10), algumas são estatisticamente iguais e outras diferentes, provavelmente devido à sazonalidade.



**Figura 13-** Representação gráfica da variação da condutividade ao longo dos pontos.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) não utiliza a condutividade elétrica para classificar os corpos hídricos. Porém, é usual a utilização do mesmo para análises a respeito da qualidade da água, mas em geral níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (LIBÂNIO, 2008).

Em estudo realizado Sardinha et al. (2008), obteve os menores valores de condutividade elétrica próximo à nascente e os maiores valores foram quantificados após a área urbana da cidade de Leme. Esses resultados são semelhantes aos encontrados neste trabalho. Valores altos de turbidez podem afetar o uso doméstico, industrial e recreacional dos corpos hídricos (CETESB, 2011).

**Tabela 9-** Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	27,01± 8,78 a	56,91± 7,07 b	55,74± 8,59 b	56,26± 7,86 b	55,58± 8,40 b	58,20± 7,72 b

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos, ao nível de 5% de significância.

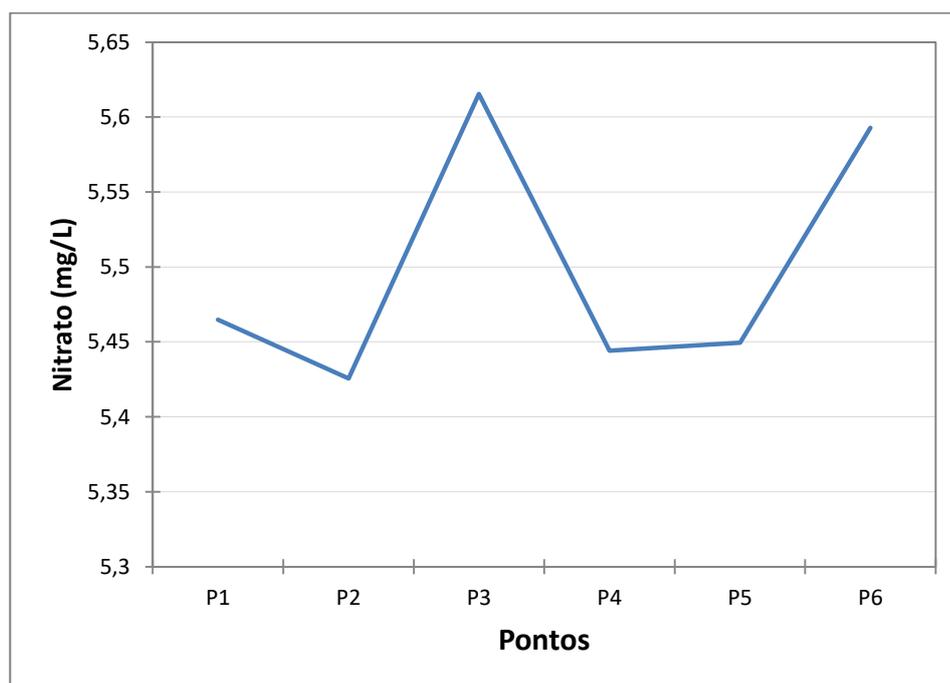
**Tabela 10-** Valores médios de Condutividade elétrica nas coletas ao longo do período.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<b>Média</b>	43,7	49,06	44,04	47,96	60,36±	44,42	53,22±	61,50±	59,09±	56,88	42,26
<b>/ Dp</b>	2±	±	±	±	9,03	±	13,51	16,08	17,50	± 7,48	±
	7,10	12,89	12,71	12,78	bcd	11,58	ab	d	cd	bc	13,06
	a	a	a	a		a					a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.5 Nitrato

Para o nitrato, o ponto 3 e o ponto 5 apresentaram comportamento semelhantes (Figura 14), com os maiores valores. A similaridade desses dois pontos, possivelmente é devido às lavouras que estão em maior parte nas margens próximas a esses pontos, e quando ocorrem precipitações, agrofertilizantes que contém compostos nitrogenados podem ser carregados para dentro do Rio, causando alterações nesse parâmetro. Obteve-se variação significativa ao longo de todos os pontos (Tabela 11). Nas coletas (Tabela 12) também obteve-se variação significativa.

**Figura 14-** Representação gráfica da variação do nitrato ao longo dos pontos.

Todos os valores para o nitrato estão dentro do permitido pela legislação que estabelece o limite de 10 mg/L para todas as classes (BRASIL, 2005).

Santos (2013), em seu trabalho afirmou que o nitrato em águas em áreas similares ao do estudo, é proveniente principalmente pelos resíduos da atividade agrícola, como a lixiviação de fertilizantes. Alves et al. (2008) afirma que o nitrogênio, na forma de nitrato, pode indicar a descarga de esgoto distante no corpo hídrico e também que outras fontes importantes de nitrato são os fertilizantes.

**Tabela 11-** Valores médios de nitrato nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	5,45± 0,27 ab	5,42± 0,38 a	5,61± 0,30 b	5,43± 0,39 ab	5,44± 0,38 ab	5,58± 0,33 ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação aos pontos, ao nível de 5% de significância.

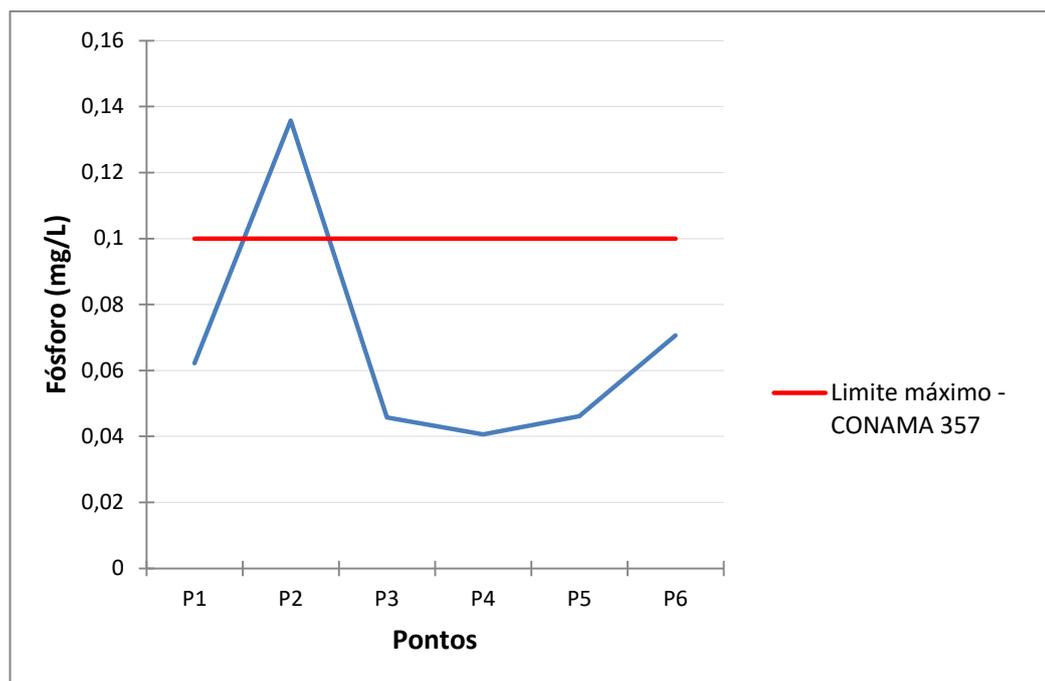
**Tabela 12-** Nitrato médio nas coletas.

Colet a	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<b>Médi a/Dp</b>	5,66± 0,71 c	5,35± 0,27 b	4,93± 0,50 a	5,42± 0,30 bc	5,42± 0,37 bc	5,52± 0,11 bc	5,62± 0,30 c	5,63± 0,18 c	5,58± 0,17 bc	5,68± 0,17 c	5,69± 0,15 c

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.6 Fósforo

O parâmetro fósforo avaliado nos pontos do Rio apresentou variação significativa, com destaque para o ponto dois (Figura 15), com uma média de 0,13 mg/L (Tabela 13), provavelmente influenciado pelo deflúvio contaminado pelos agrotóxicos utilizados nas lavouras localizadas muito próximas ao Rio. Na Tabela 14, observa-se que as coletas realizadas durante o tempo, pelo teste de Kruskal-Wallis, todas se mostraram diferentes.



**Figura 15-** Representação gráfica da variação do fósforo ao longo dos pontos e comparação com a legislação.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) faz distinção entre as características dos corpos hídricos lânticos, intermediários e lóticos. Como o corpo hídrico em questão trata-se de um ambiente lótico, com exceção do ponto 2, todas as médias obtidas estão dentro do limite referente à Classe 2 para o parâmetro em questão. Ao analisar a média das coletas (Tabela 14), as duas primeiras (julho e setembro) estão um pouco acima do permitido pela legislação que estabelece um limite de 0,1 mg/L para o fósforo.

Alves et al.(2008) obteve em seu trabalho valores acima do permitido pela legislação vigente e ainda afirma que o fósforo está presente em águas por causa das descargas de esgotos, particularmente detergentes, efluentes industriais e principalmente por fertilizantes.

**Tabela 13-** Teores médios de fósforo nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	0,06± 0,06 abc	0,13± 0,11 c	0,04± 0,04 a	0,04± 0,01 a	0,04± 0,02 ab	0,07± 0,09 bc

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

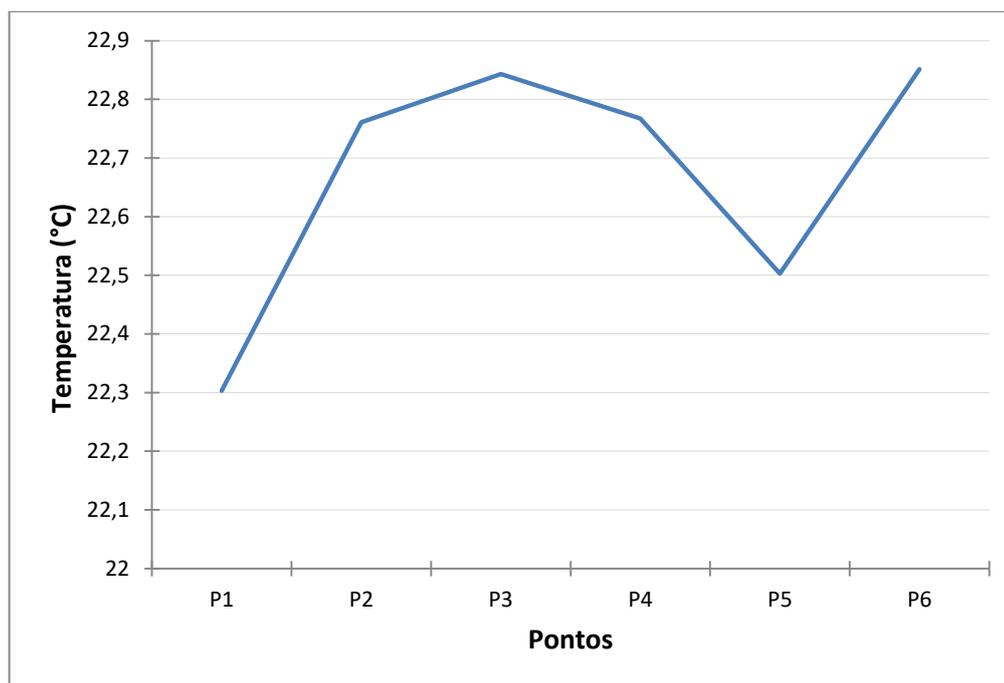
**Tabela 14-** Teores médios de fósforo nas coletas ao longo do período de estudo.

Colet	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
a											
Médi	0,15	0,13±	0,04±	0,03±	0,05±	0,03±	0,04±	0,04±	0,09±	0,08±	0,04±
a/	±	0,08 d	0,02	0,02	0,01	0,01 a	0,02	0,02	0,09	0,10	0,02
Dp	0,13		abc	abc	bc		ab	abc	abc	abc	abc
cd											

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.7 Temperatura

Com relação ao parâmetro temperatura, em todos os pontos de coleta, por meio do teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%, observam-se médias estatisticamente iguais (Tabela 15), e quanto às coletas (Tabela 16) apresentou médias estatisticamente diferentes em todas as coletas. Com o Figura 16, observa-se uma temperatura mínima de 22,3 °C e máxima de 22,9 °C sugerindo que existe variabilidade significativa em relação ao tempo, ou seja, apresenta variabilidade sazonal.

**Figura 16-** Representação gráfica da variação da temperatura ao longo dos pontos.

Quanto a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) a temperatura não é utilizada para classificação dos corpos hídricos, mas o parâmetro é usado para avaliar a qualidade da água. Considerando-se todos os resultados obtidos, a temperatura variou de 14,7 °C à 26,5 °C, demonstrando variabilidade sazonal.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os resultados de Donadio et al. (2005), quando estudaram o comportamento das variáveis físico-químicas no percurso de um Rio e verificaram que a temperatura aumentou à medida que o ponto se distanciava da nascente.

Ao analisar as coletas, observa-se a variação da temperatura de acordo com a sazonalidade. Terra et al. (2009) no seu estudo de monitoramento do Rio Jucu, também registrou menores temperaturas no período do inverno e maiores no verão.

**Tabela 15-** Temperatura média nos pontos.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	22,81± 3,23 a	23,27± 3,31 a	23,35± 3,46 a	23,28± 3,36 a	23,01± 3,72 a	23,36± 3,52 a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 16-** Temperatura média nas coletas ao longo do período de estudo.

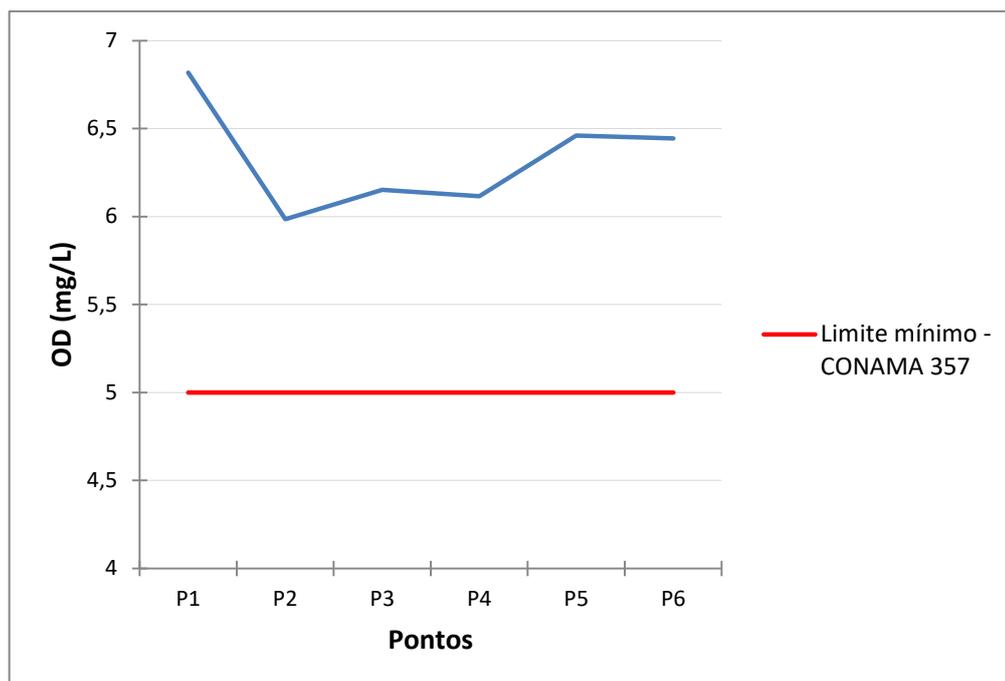
Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<b>Médi</b>	14,77±	20,4±	21,84±	21,14±	26,5±	26,2±	27,87±	26,45±	24,47±	20,70±	18,97±
<b>a/Dp</b>	0,33 a	0,69 c	0,75 d	0,88 cd	0,18 f	0,84 f	0,43 g	0,17 f	0,19 e	0,24 c	0,71 b

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.8 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido das amostras apresentou variação significativa tanto nos pontos (Tabela 17), como nas coletas ao longo do tempo (Tabela 18) de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

Ao analisar o comportamento do parâmetro na Figura 17, nota-se que no ponto 1 tem uma maior quantidade de OD, possivelmente devido a sua localização que é a nascente do Rio Marmeleiro.



**Figura 17-** Representação gráfica da variação do OD ao longo dos pontos e comparação com a legislação.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) utiliza o oxigênio dissolvido no enquadramento dos corpos hídricos de água doce através das concentrações mínimas de 5mg/L para a Classe 2. Percebe-se que somente o ponto 2 apresentou média inferior ao permitido pela legislação. Nas coletas, algumas delas apresentaram valores um pouco inferiores, bem próximos ao limite.

Para a CETESB (2011) o oxigênio dissolvido é um elemento essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e que a quantidade de oxigênio dissolvido indica a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática. O oxigênio dissolvido é um importante parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (SPERLNG, 2005).

Sardinha et al. (2008) no seu estudo quanto a avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio (SP), maiores valores de oxigênio dissolvido foram obtidos no ponto 1 indicando a ocorrência de boa oxigenação na nascente do Rio. Assim como esse autor, neste trabalho, a nascente teve o maior valor oxigênio dissolvido.

**Tabela 17-** Valores médios de oxigênio dissolvido em cada um dos pontos.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	6,80± 1,21 b	5,97± 1,27 a	6,13± 1,44 ab	6,10± 1,18 ab	6,44± 1,16 ab	6,43± 1,45 ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

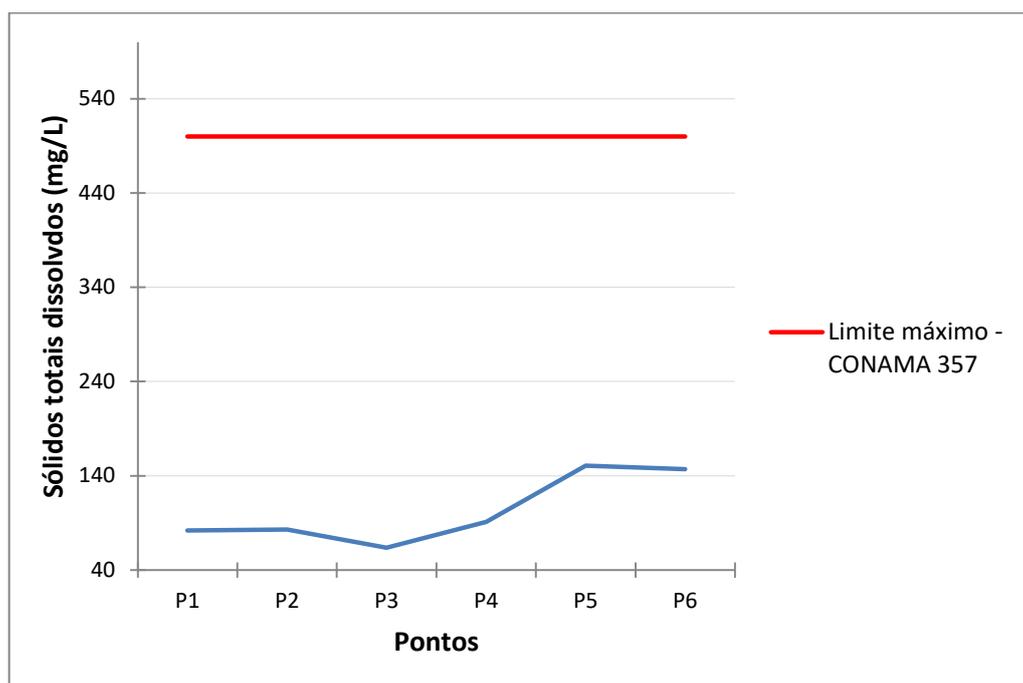
**Tabela 18-** Valores médios de oxigênio dissolvido nas coletas ao longo do tempo de estudo.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Médi	6,60±	5,89±	5,96±	6,82±	4,78±	4,89±	4,71±	7,16±	8,50±	7,02±	7,30±
a/ Dp	0,77 bc	1,16 b	0,91 b	0,36 bc	0,30 a	0,15 a	0,31 a	0,20 c	0,35 d	0,61 c	0,43 c

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.9 Sólidos totais dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos, para os seis pontos não apresentaram variação significativa (Tabela 19), conforme verificado pelo teste estatístico. Já as coletas (Tabela 20) ao longo do tempo, pode-se observar que todas se mostraram diferentes umas das outras, devido às variações temporais decorrentes de um ano. Na Figura 18, os pontos cinco (P5) e seis (P6) obtiveram os maiores valores de sólidos totais dissolvidos, que provavelmente resultam do acúmulo de todos os sólidos do percurso do Rio.



**Figura 18-** Representação gráfica da variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo dos pontos e comparação com a legislação

Quanto a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), para esse parâmetro ela estabelece um limite máximo de 500 mg/L. Assim, todos os valores encontrados tanto nos pontos como nas coletas, estão dentro do permitido pela legislação.

Para Rosa Filho et al. (2010), os sólidos dissolvidos totais podem ser entendidos como a soma de todas as substâncias minerais dissolvidas na água. A concentração de sólidos nos

ecossistemas aquáticos lóticos está fortemente relacionada a todas as impurezas encontradas no curso da água, exceto os gases (ESPÍNDOLA et al., 2000).

**Tabela 19-** Teor médio de sólidos totais dissolvidos nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/Dp</b>	73,14± 117,13 a	74,03± 83,76 a	54,72± 69,40 a	82,10± 134,36 a	141,69± 204,90 a	137,86± 218,99 a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

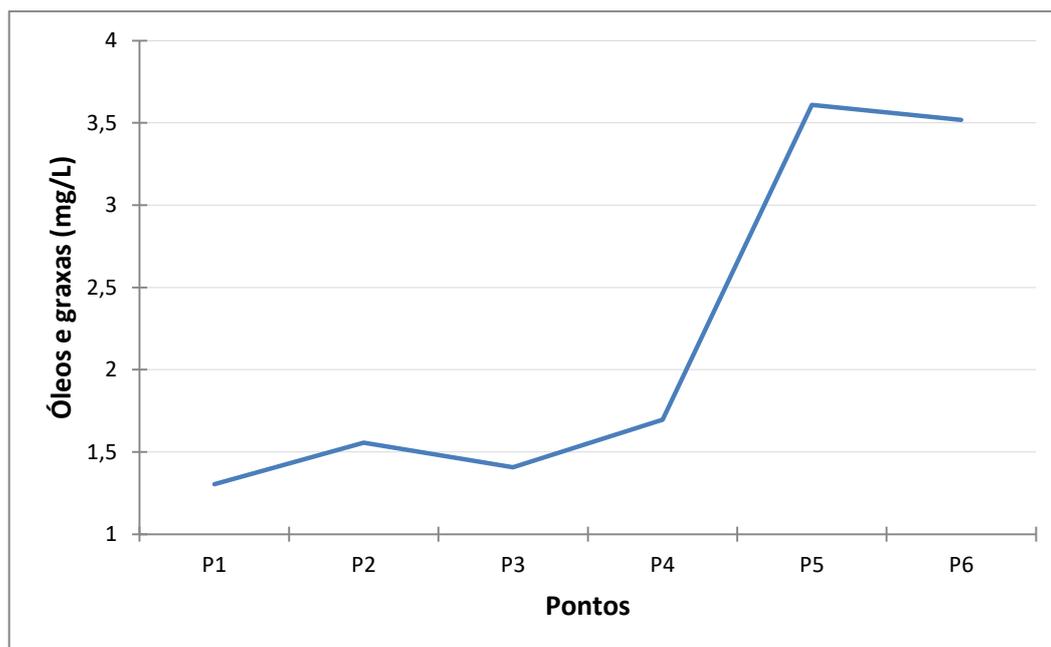
**Tabela 20-** Teor médio de sólidos totais dissolvidos nas coletas ao longo do período de estudo.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<b>Média</b>	290,	45,33	89,82±	21,78	128,22	127,83	70,39	108,17	41,00	123,8	89,78
<b>/ Dp</b>	00±	±	374,19	±14,1	±	±	±	±	±	3±	±
	284,	55,09	ab	3 a	111,72	154,81	30,92	73,34	13,63	66,90	42,13
	68 b	a			ab	a	ab	ab	a	b	b

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.10 Óleos e Graxas

Com relação aos óleos e graxas, em todos os pontos de coleta, por meio do teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%, observam-se médias estatisticamente iguais (Tabela 21), e quanto às coletas (Tabela 22) apresentou médias estatisticamente diferentes em todas as coletas possivelmente devido à sazonalidade. Na Figura 19, notou-se um pico nos pontos 5 e 6, provavelmente devido a alguma fora de efluente industrial ou doméstico não tratado no corpo hídrico.



**Figura 19-** Representação gráfica da variação dos óleos e graxas ao longo dos pontos.

Na legislação vigente, a CONAMA 357 (BRASIL, 2005), consta que óleos e graxas devem ser virtualmente ausentes para a Classe II. Mas, em todos os pontos e em todas as coletas obtiveram-se valores, que variaram de 0,09 mg/L a 2,84 mg/L de óleos e graxas.

Alves et al. (2008), durante seu estudo no Rio Pirapó constatou que este é receptor de resíduos de diferentes origens, como por exemplo: óleos e graxas dos postos de serviços de lavagem e lubrificação automotivos, despejos industriais e domiciliar.

**Tabela 21-** Teores médios de óleos e graxas nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	0,53± 1,36 a	0,79± 2,30 a	0,64± 1,64 a	0,93± 2,81 a	2,84± 6,18 a	2,75± 6,51 a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

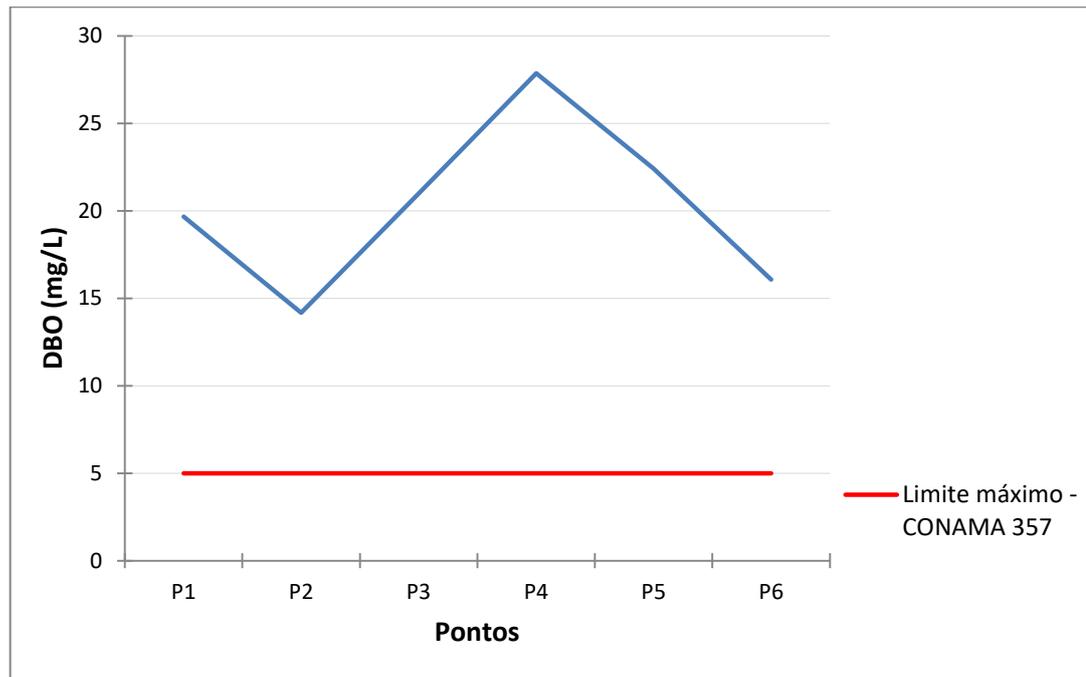
**Tabela 22-** Teores médios de óleos e graxas nas coletas ao longo do período de estudo.

Coleta	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jn
<b>Média</b>	2,37±	0,96±	2,54±	0,09±	0,12±	0,09±	0,16±	0,13±	0,46±	0,31±	-
<b>/ Dp</b>	4,65 d	0,20 c	8,59 cd	0,02 a	0,17 a	0,09 a	0,06 a	0,07 a	0,73 ab	0,07 b	

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

### 5.2.11 Demanda Química de Oxigênio (DBO)

Para a demanda bioquímica de oxigênio, de acordo com o teste Kruskal-Wallis em relação aos pontos (Tabela 23) e ao tempo (Tabela 24), ao nível de significância de 5%, todos os dados demonstraram médias estatisticamente iguais.



**Figura 20-** Representação gráfica da variação da DBO ao longo dos pontos e comparação com a legislação.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) utiliza a demanda química de oxigênio para classificação dos corpos hídricos de água doce, com valor de DBO a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub> (Figura 20). Pode-se notar nos resultados obtidos, todos estiveram acima do valor permitido pela legislação vigente, isso indica uma possível poluição orgânica do Rio em questão.

Sabe-se que a DBO é influenciada pela decomposição de matéria orgânica e que essa decomposição eleva os valores. Lançamentos de esgoto doméstico e resíduos provenientes da pecuária contribuem para altos valores de DBO (Campello et al., 2005).

Alves et al. (2008) em seu trabalho no Rio Pirapó, cita que a contaminação dos pontos pode estar associada ao lançamento de esgoto doméstico clandestino, e aos excrementos de animais que têm acesso direto ao Rio.

**Tabela 23-** Valores médios de DBO nos pontos analisados.

Ponto	1	2	3	4	5	6
<b>Média/ Dp</b>	20,03± 10,83 a	14,75± 10,57 a	20,99± 8,19 a	29,55± 40,37 a	22,05± 11,88 a	17,76± 8,62 a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 24-** Valores médios de DBO nas coletas realizadas no período de estudo.

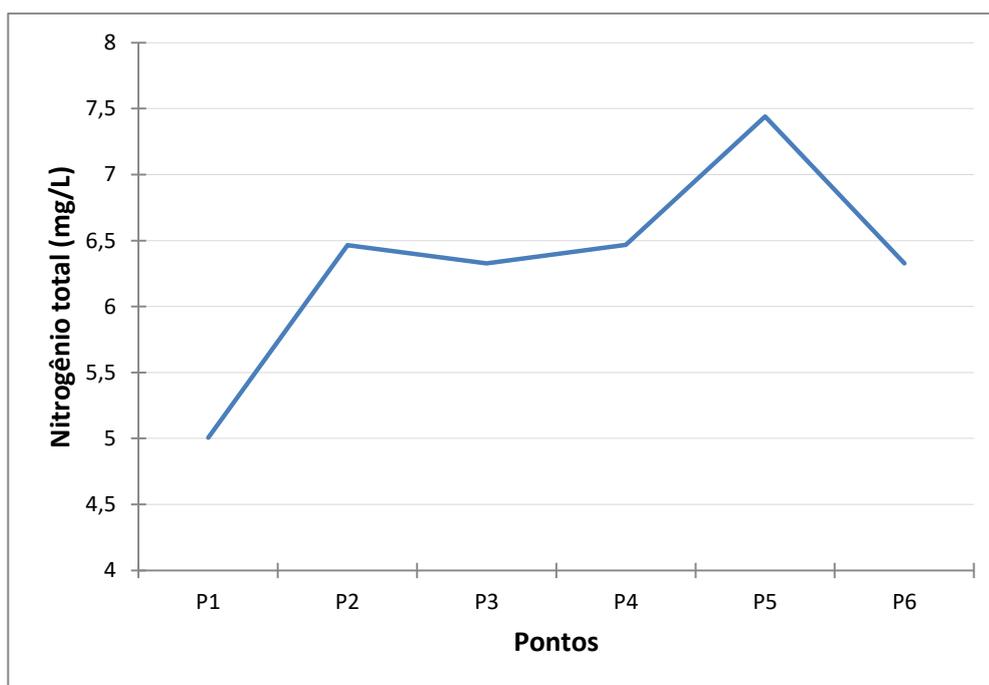
Coleta	Ju l	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	M ai	Jun
<b>Média / Dp</b>	-	15,70± 7,61 a	17,98± 9,02 a	15,50 a*	19,80± 7,61 a	6,70± 4,84 a	40,13± 36,57a	29,00 a*	18,83± 6,08 a	-	18,83± 6,08 a

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

\* Valor não mensurado.

### 5.2.12 Nitrogênio Total

Quanto às análises de nitrogênio total, para os pontos analisados (Tabela 25), o parâmetro apresentou variação significativa. Verificou-se que as médias das coletas (Tabela 26) também são estatisticamente diferentes, ou seja, independentemente da coleta ou ponto de amostragem, todos são diferentes, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%. Com representação gráfica (Figura 21), observa-se uma variação de 5 mg/L a 7,5 mg/L de nitrogênio total nas amostras.

**Figura 21-** Representação gráfica da variação do nitrogênio total ao longo dos pontos.

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) não utiliza o nitrogênio total para classificação dos corpos hídricos de água doce.

Dentre as principais fontes de nitrogênio em recursos hídricos, pode-se destacar o lançamento de esgotos sanitários, o lançamento de efluentes industriais e o escoamento de água em solos que receberam fertilizantes (ANA, 2011).

Para Donadio et al., (2005) o nitrogênio por ser um nutriente essencial para o metabolismo microbiológico, seu lançamento, aliado à presença de outros nutrientes, pode causar um crescimento excessivo de algas e, conseqüentemente, a eutrofização.

**Tabela 25-** Valores médios de nitrogênio total nos pontos.

Ponto	1	2	3	4	5	6
Média/ Dp	5,01± 2,19 a	6,47± 1,57 b	6,33± 1,75 ab	6,47± 1,09 b	7,44± 2,35 b	6,33± 1,81 ab

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 26-** Valores médios de nitrogênio total nas coletas ao longo do período de estudo.

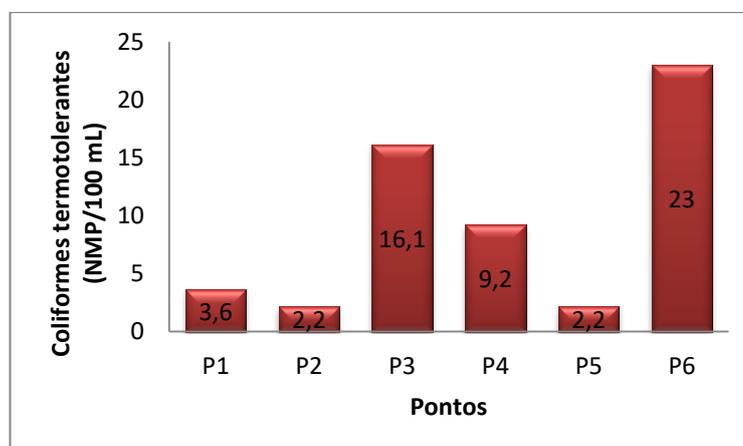
Colet	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Média/ Dp	-	-	-	6,57± 1,94ab	6,52± 2,02 ab	6,73± 2,14 ab	6,98± 1,36 b	6,90± 1,49 ab	4,78± 20,84 a	5,84± 0,87 ab	-

Letras iguais nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey em relação às coletas, ao nível de 5% de significância.

(-) Valor não mensurado.

### 5.2.13 Coliformes Termotolerantes

Quanto ao parâmetro de coliforme termotolerante, foi possível observar graficamente que este apresentou variação ao longo dos pontos (Figura 22).



**Figura 22** - Representação gráfica da variação de coliformes termotolerantes nos pontos.

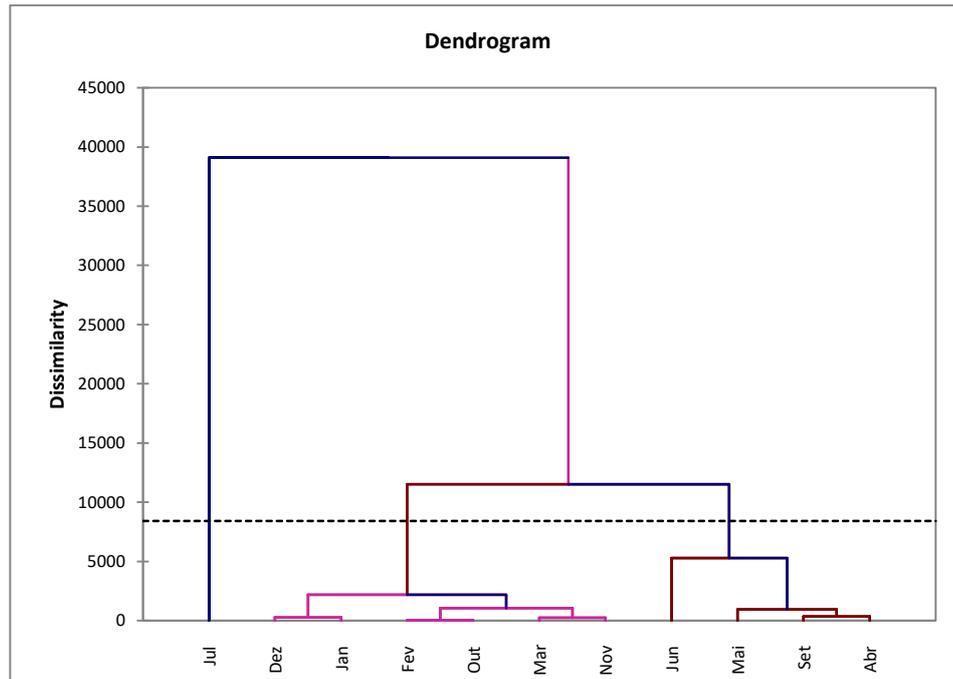
Em todos os pontos de coleta observou-se a contagem de coliformes, com destaque ao ponto 6, que corresponde a foz do Rio Marmeleiro, onde se tem a intensa atividade agropecuária e também foi observado o descarte do esgoto doméstico diretamente no corpo hídrico, que obteve o maior valor. Na leitura das placas, observou-se a provável presença da espécie *E. Coli*, pelo crescimento característico, de cor verde metálico e núcleo escuro.

Esses micro-organismos presentes podem estar interligados a fezes bovinas, pois esses animais tem contato direto com os arredores do Rio. Mouro et al. (2009) em seu trabalho que monitorou microbiologicamente o Rio Cascavel – PR, demonstrou a contaminação por coliformes termotolerantes, semelhante a este estudo.

Os coliformes podem ter origem natural ou por contaminação de fezes, e estão presentes no intestino de humanos e animais e são utilizados como indicadores de contaminação fecal (LIBÂNIO, 2010).

#### **5.2.14 Análise de agrupamento (CAH)**

Com intuito de observar se os períodos de coletas ao longo dos doze meses de estudo possuem características em comum, ou seja, ao considerar todas as variáveis juntas é possível observar meses com comportamentos semelhantes. Ao analisar a Figura 23, nota-se que o mês julho apresenta-se isolado dos demais grupos, provavelmente por ser o mês com registro de seca, ou seja, o regime de chuvas foi muito baixo, em relação aos outros meses de coleta. No segundo grupo, estão alguns meses da estação da primavera e do verão, que é caracterizada como uma estação chuvosa e temperaturas mais altas. E o terceiro grupo, foram os meses de abril, maio, junho e setembro dentro da estação do inverno e outono, com um menor regime de chuvas e temperaturas mais amenas. Deste modo, pode-se inferir que os níveis dos parâmetros estudados estão associados às características climáticas, por exemplo, o regime de chuva, temperatura ou estações do ano.



**Figura 23-** Representação em grupos da variação das coletas ao longo dos meses.

### 5.2.15 Análise de componentes principais (ACP)

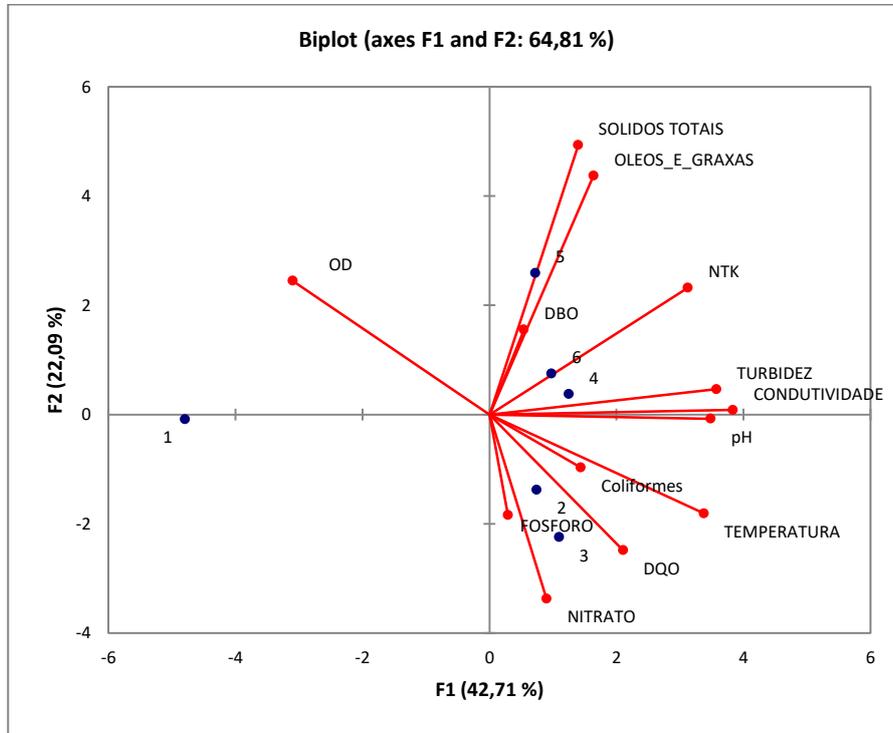
Na análise das componentes principais (Figura 24), a análise multivariada que considera todas as variáveis respostas, com os dois primeiros componentes principais F1 e F2, explicou 64,81% da variância acumulada.

A primeira componente contribuiu com 42,71% da variância explicada, a segunda componente explicou 22,09% da variância explicada dos dados. Considerou-se como relação positiva os parâmetros e os pontos de coleta do Rio pertencentes ao mesmo quadrante, e relação negativa os parâmetros e pontos que se encontravam no quadrante oposto.

Pela análise de componentes principais, observou-se que o ponto 1 tem relação positiva com o OD (maiores valores) e menores valores de pH, turbidez e condutividade. Isso se justifica, pois o ponto 1 é a nascente do Rio Marmeleiro, que ainda é pouco influenciado pelas atividades antrópicas, como por exemplo, tem menor quantidade de matéria orgânica que pode influenciar na biota aquática.

Os pontos dois e três têm valores maiores de temperatura, nitrato, DQO, fósforo. Parâmetros que possivelmente são influenciados pela atividade agrícola e efluentes industriais eventualmente lançados no corpo hídrico. Consequentemente diminuem os valores de OD, relação esta que esta demonstrada na Figura 32. No ponto cinco, destacam-se valores maiores para os parâmetros de sólidos dissolvidos totais e óleos e graxas, possivelmente devido à

antropização e também ao acúmulo desses resíduos ao longo de todo o percurso do Rio, que resulta no aumento dos valores desses parâmetros.



**Figura 24-** Representação gráfica da análise dos componentes principais dos parâmetros e pontos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Toledo e Nicolella (2002), ao realizarem uma avaliação da qualidade da água em microbacias sob diferentes usos, com auxílio de técnicas estatísticas multivariadas, em Guaíra (SP).

Andrade et al. (2007), durante o estudo trabalharam com a técnica da Análise da Componente Principal, onde 25 variáveis foram analisadas e 18 mostraram-se significativas na definição do modelo da análise da componente principal. Mas, foram selecionadas quatro componentes indicadoras da qualidade das águas superficiais estudadas, que juntas explicaram 82,1% da variância total, valor esse que foi superior a esse trabalho, onde obteve-se 64,81% da variância explicada.

### 5.3 IQA

A partir dos parâmetros físico-químicos e biológicos obtidos, foi possível calcular o índice de qualidade das águas (IQA) para o Rio Marmeleiro. O método utilizado foi o BasIQA.

**Tabela 27-** Resultado do índice de qualidade da água para cada ponto do Rio.

<b>Pontos</b>	<b>IQA</b>	<b>Classificação</b>
<b>P1</b>	65	Boa
<b>P2</b>	76	Boa
<b>P3</b>	62	Boa
<b>P4</b>	58	Boa
<b>P5</b>	64	Boa
<b>P6</b>	61	Boa

Ao analisar a Tabela 27, verifica-se que a qualidade da água do Rio em todos os pontos de coleta encontra-se boa, variando de 58 (P4) até 76 (P2). As condições da água nos pontos de amostragem são consideradas adequadas para a proteção da vida aquática. Mas, o IQA ainda é um índice aproximado, cujo cálculo não considera outros contaminantes potenciais e portanto não atinge uma abordagem multidimensional.

A CETESB, órgão ambiental do Estado de São Paulo, vem gradativamente substituindo o IQA, usado para caracterizar 131 pontos de monitoramento em Rios e reservatórios, por novas formulações de índices mais abrangentes, com a inclusão de testes de toxicidade e índices de estado trófico (ALMEIDA et al., 2003).

Carvalho et al. (2004) utilizaram o IQA, com base nos parâmetros químico-físicos e biológicos, para analisar a qualidade da água do Ribeirão Ubá, em Minas Gerais. A captação de água da cidade e a descarga de esgoto doméstico eram feitas neste ribeirão, e também o despejo de efluentes industriais. Em relação ao IQA, verificou-se que a qualidade da água se encontrava com o nível de qualidade média, anterior à área urbana, e muito ruim a partir deste ponto.

O IQA, quando analisado apenas os resultados puramente numéricos, permitiu uma classificação a partir das médias, tanto espacial quanto temporal. Quanto à classificação por faixas de qualidade, o índice apresentou tendência a colocar praticamente todas as estações amostrais numa mesma faixa de classificação.

## 6 CONCLUSÃO

Com o diagnóstico ambiental do Rio Marmeleiro, observou-se que alguns dos parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados atendem o especificado pela legislação vigente. As análises estatísticas dos parâmetros da qualidade da água apresentaram relação significativa em alguns deles, como a turbidez, a condutividade, o fósforo e oxigênio dissolvido.

Todos os pontos têm seus solos ocupados principalmente por lavouras, criação de animais e nos pontos 2 (mata nativa), 3 (ETA), 4 (ETE) e 5 (cemitério) a influência da malha urbana, fatores esses que podem impactar a biota aquática. Com as análises estatísticas, notou-se que as características de uso e ocupação do solo influenciam de forma indireta os parâmetros da qualidade da água, causando alterações nos parâmetros em alguns dos pontos.

Registrou-se a contaminação por coliformes termotolerantes em todos os pontos de coleta, que pode ser advinda de esgoto doméstico sem tratamento, efluente industrial ou até mesmo da pecuária que em alguns dos pontos é praticada nas proximidades dos locais de coleta de amostras. O índice de qualidade de água apresentou qualidade boa para todos os pontos, de acordo com a classe II da Resolução do CONAMA 357.

Salienta-se ainda a relevância de ações para conscientização das pessoas quanto à importância desse recurso hídrico, que serve como fonte de abastecimento do município, e que sua degradação irá refletir diretamente em prejuízos para toda a população que faz o uso do mesmo.

## 7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

**Addinsoft**, 2016. **Xlstat**. Versão teste. Software e Guia do Usuário. Disponível em: <<http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 15 agosto. 2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Brasília, 2011.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 8, n.1, 81–97, 2003.

ALVES, Eliane C.; SILVA, César F.; COSSICH, Eneida S.; TAVARES, Célia R. G.; SOUZA FILHO, Edvard E.; CARNIEL, Ademir. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, pag. 39-48, 2008.

AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, n.4, p.510-514, 2003.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; ALVES, B.; Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p. 683-690, 2007.

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington DC: APHA, 1998.

ARAÚJO, Marlyete Chagas de.; OLIVEIRA, Maria Betânia Melo de. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Recife, vol. 8, n. 3, 2013.

ARCMAP™. ARCGIS. Licence type: Desktop. Version 10.1: ESRI® Inc., Copyright 2015. CD-ROM.

BONNET, Barbara Rocha Pinto; FERREIRA, Laerte Guimarães; LOBO, Fabio Carneiro. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.311-322, 2008.

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo ; CONEJO, Lotufo; MIERZWA, José Carlos ; BARROS, MaRio Thadeu de; SPENCER, Milton ; PORTO, Monica ; NUCCI, Nelson; JULIANO, Neusa; EIGER, Sérgio. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo, 2005.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: maio. 2016.

CAMPELLO F. D.; BRAGA C. F.; GONÇALVES C. B.; GONÇALVES C. S.; FUHRO D.; SANTOS JÚNIOR J. E.; RODRIGUES G. G.; HARTZ S. M. Avaliação preliminar da qualidade das águas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. 3: 47-65, 2005.

CARVALHO, A. R. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, SP, 1996.

CARVALHO, Cornélio de Freitas; FERREIRA, Adalberto Luiz; STAPELFELDT, Frank. Qualidade das águas do ribeirão Ubá – MG. **Rev. Esc. Minas**. vol.57 n.3. Ouro Preto, 2004.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo**. São Paulo, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília. DF, nº 53 de 18 mar. 2005.

DOMÈNECH, Xavier; PERAL, José. **Química Ambiental de Sistemas Terrestres**. Barcelona: Editorial Reverté, S. A., 2006.

DONADIO, Nicole M. M.; GALBIATTI, João A.; DE PAULA, Rinaldo C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

EMBRAPA. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. 1. ed. 29 p. Rio Branco, AC. Embrapa Acre, 2003.

FREITAS, Valéria; BRÍGIDO, Berenice M; BADOLATO, Maria Irene; ALABURDA, Janete. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.61, n.2, p. 51-58, 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3 Ed. Brasília, 2004.

GLOBAL MAPPER. Blue Marble Geographics®. Version 15.0. Copyright 2015.

GRUNITZKI, R.; FERRARI, J. C.; CARLA, A.; ZAMBÃO, P. H.; e NECKEL, E. V. P. **Ferramenta WEB Para Determinação do Índice de Qualidade de Água A Partir da Reestruturação das Equações que Descrevem as Curvas dos Indicadores de Qualidade**. Bento Gonçalves, 2013.

GUEDES, Hugo A. S.; SILVA, Demetrius D.; ELESBON, Abrahão A. A.; RIBEIRO, Celso B. M.; MATOS, Antonio T.; SOARES, José H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v.16, n.5, p.558–563, 2012.

GONÇALVES, Celso S; RHEINHEIMER, Danilo dos S.; PELLEGRINI, João B. R.; KIST, Sinval L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 9, n. 3, p. 391-399, jul./set., 2005.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos da qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2008.

MACHADO, Pedro José de Oliveira.; VALLE, Gustavo de Mattos.; RINCO, Liliane.; CARMO, Lúcio Flavio Zancanela.; LATUF, Marcelo de Oliveira. **Qualidade das águas do Rio Paraibuna no trecho urbano de Juiz de Fora/MG**. Universidade Federal de Juíz de Fora. Juíz de Fora- MG, 2013.

MAGALHAES, Danielly D. P.; FERRAO-FILHO, Aloysio. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 8-27, 2008.

MARMELEIRO. Prefeitura Municipal de Marmeleiro - Departamento de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2012.

MERTEN, Gustavo H; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 5 ed. Rio de Janeiro, 2012.

MOURA, Luiz Henrique Amorim; BOAVENTURA, Geraldo Resende; PINELLI, Marcelo Pedrosa. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal. **Revista Química Nova**. Brasília, Vol. 33, No. 1, 97-103, 2010.

MOURA, A. C.; ASSUMPCÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 76, n. 1, p. 17-22, 2009.

NEVES, Flávia Maria Chami; CASTRO, Fábio Branco Godinho de; GODEFROID, Rodrigo Santiago; SANTOS, Vera Lucia Pereira dos; WAGNER, Ricardo. Avaliação da qualidade da água do Rio Bacacheri, Curitiba/PR. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Curitiba, vol. 7, n. 3, p. 659 – 674, 2014.

PERON, Ana Paula.; CANESIN, Edmilson Antônio.; CARDOSO, Cristiano Marcelo Viana. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159, abr./jun. 2009.

QUEIROZ, Manoel Moisés Ferreira; LOST, Caroline; GOMES, Simone Damasceno; BOAS, Márcio Antonio Vilas. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró- RN, v.5, n.4, p. 200 - 210 outubro /dezembro de 2010.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 de mar. de 2016.

ROSA FILHO, Ernani F.; HINDI, Eduardo C.; MANTOVANI, Luiz E.; BITTENCOURT, André V. L. **Aquíferos do estado do Paraná**. Curitiba: edição do autor, 2010.

SANTOS, Leila T. S. de O.; JESUS, Taise B. de; NOLASCO, Marjorie C. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do Rio Subaé, Bahia. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 1, n. 1, p. 68-79, 2014.

SANTOS, Francielle R. **Qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, estado do Paraná, a partir da utilização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. 46 f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheira Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SARDINHA, Diego de Souza.; CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini.; SOUZA, Antonio Donizetti Gonçalves.; SILVEIRA, Alexandre.; GONÇALVES, Julio César Souza Inácio. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Engenharia sanitária ambiental**, Vol.13, n. 3 - jul/set 2008, p. 329-338, 2008.

SILVA, Robson Willians da Costa.; FILHO, Walter Malagutti. Cemitérios contaminam o meio ambiente? Um estudo de caso. **Revista Ciência Hoje**, Rio Claro – SP, vol. 4, nº 263, 2002.

SOUZA, Luciano A.; ANTONELI, Valdemir. **O problema da falta de saneamento básico na área rural do Município de Irati PR e a implementação das fossas Biodigestoras como alternativa**. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Anais: Crise, práxis e autonomia: espaços de residências e de esperanças espaços de diálogos e práticas. Porto Alegre, 2010.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Minas Gerais, 2005.

TERRA, V.R.; PRATTE, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F.F.; MARBACH, P.A.S.; MARTINS, J. L. D.; AZEVEDO, J. R.; BARBIÉRI, R.S. Monitoramento do Rio Jucu Braço Sul: Caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Natureza on line**, 7 (1): 5-11, 2009.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.181-6, 2002.

TOSTI, Reinaldo S.; CARVALHO, Sérgio L.; LIMA, Elizete A. C. F. **Condições ambientais de algumas propriedades agrícolas de Santa Fé do Sul - SP e região**. In: X Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 12, 2014, pp. 184-196.

TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, jun., 2008.

VASCONCELLOS, Fernanda C. da S.; IGANCI, João R. V.; RIBEIRO, Gladis A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177-181, abri./jun., 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

**APÊNDICE A – Questionário aplicado à população ribeirinha**

**Próximo a que ponto? \_\_\_\_\_**

**1. Número de pessoa que residem na casa? \_\_\_\_\_**

**2. Possui rede de esgoto?**

( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_

( ) Não. Qual o destino do resíduo líquido? \_\_\_\_\_

**3. Usa água do Rio Marmeleiro?**

( ) Sim. Quais? \_\_\_\_\_

( ) Não \_\_\_\_\_

**4. Utiliza água do Rio para irrigação?**

( ) Sim. Como é feita a captação? \_\_\_\_\_

( ) Não.

Existe algum tipo de tratamento? Qual? \_\_\_\_\_

**5. Utiliza água do Rio para dessedentação animal?**

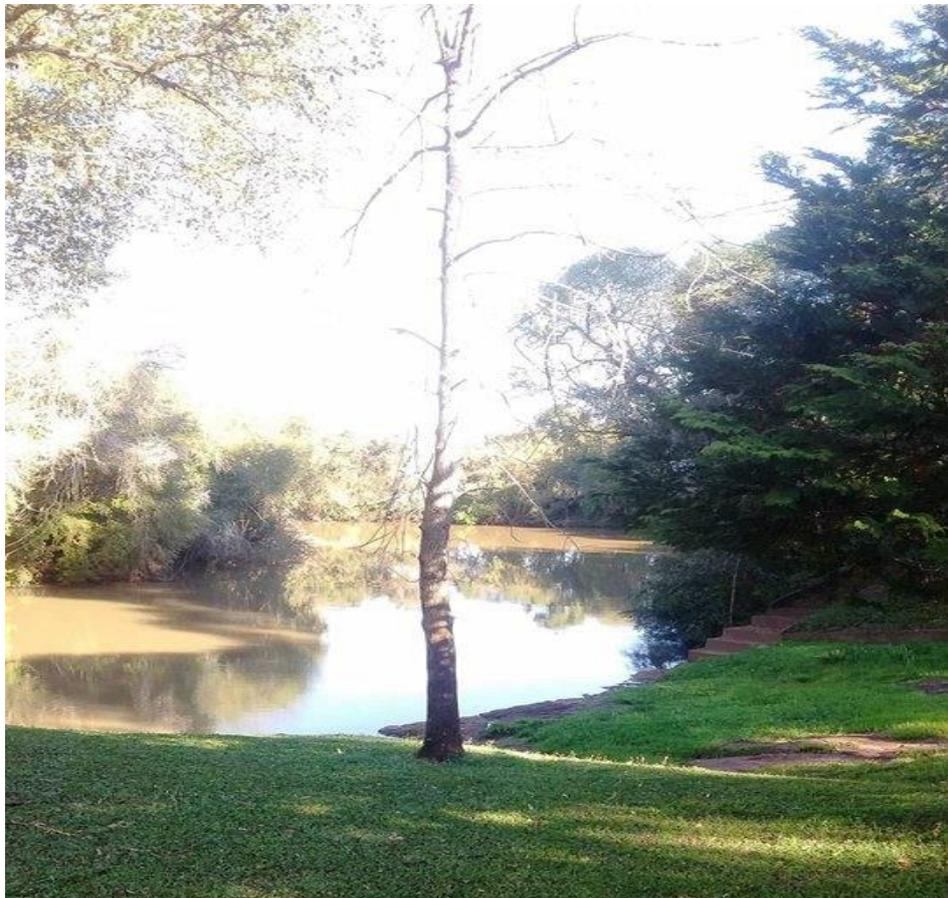
( ) Sim. Direto na fonte ou captação (mangueiras, bombas)? \_\_\_\_\_

( ) Não.

**APÊNDICE B** – Imagens dos pontos



**Figura 25-** Ponto de coleta 01 (nascente).



**Figura 26-** Ponto de coleta 02 (mata nativa)



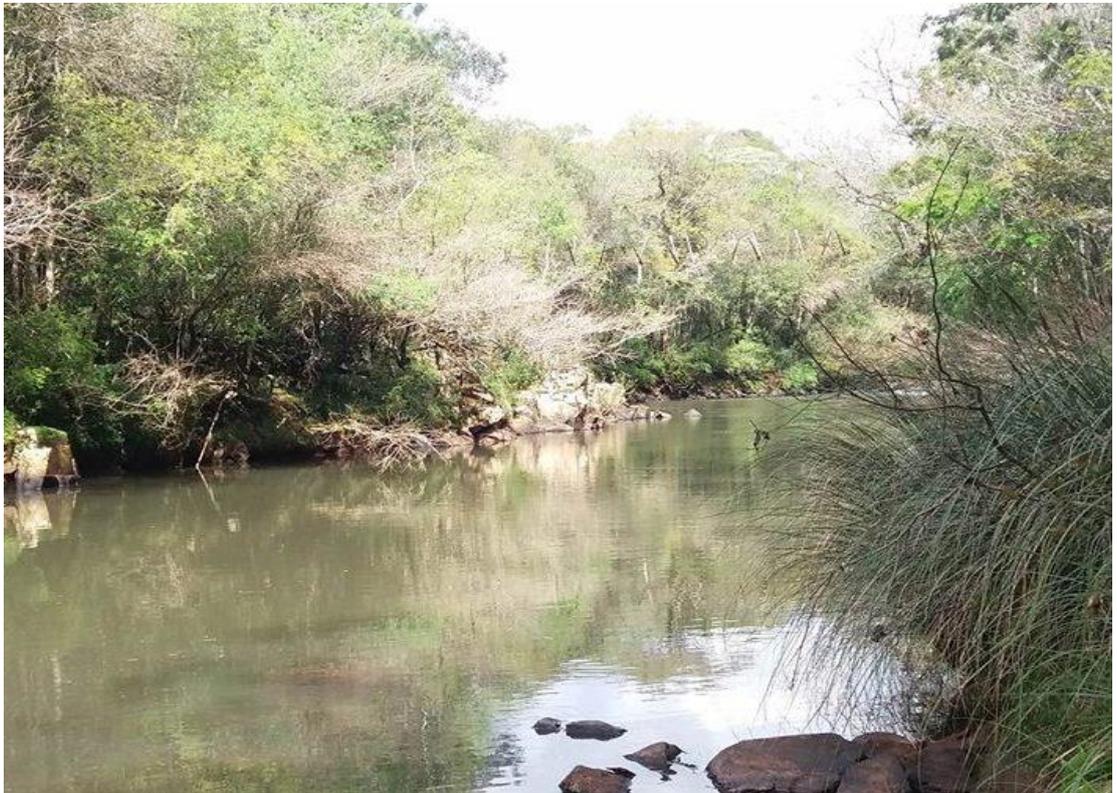
**Figura 27-** Ponto de coleta 03 (ETA).



**Figura 28-** Ponto de coleta 04 (ETE).



**Figura 29-** Ponto de lançamento de efluente tratado do município.



**Figura 30-** Ponto de coleta 05 (cemitério).



**Figura 31-** Ponto de coleta 06 (fz).