



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE GEOGRAFIA**

FERNANDO CIMA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIGRE - ERECHIM (RS): UMA ANÁLISE
BIOGEOGRÁFICA**

**ERECHIM
2016**

FERNANDO CIMA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIGRE - ERECHIM (RS): UMA ANÁLISE
BIOGEOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

**Orientador Prof. Me. Pedro Germano dos Santos Murara
Co-orientadora: Me. Flávia Bernardo Chagas**

ERECHIM

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Cima, Fernando

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIGRE - ERECHIM (RS): UMA ANÁLISE BIOGEOGRÁFICA/ Fernando Cima. -- 2016.
44 f.

Orientador: Pedro Germano dos Santos Murara.
Co-orientador: Flávia Bernardo Chagas.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Geografia , Erechim, RS , 2016.

1. Qualidade da Água. 2. Biogeografia. 3.
Macroinvertebrados Bentônicos. 4. Índice BMWP. 5.
Parâmetros Físico-Químicos. I. Murara, Pedro Germano dos
Santos, orient. II. Chagas, Flávia Bernardo, co-orient.
III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FERNANDO CIMA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIGRE - ERECHIM (RS): UMA ANÁLISE
BIOGEOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao curso de geografia da Universidade Federal da Fronteira sul como requisito para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Me. Pedro Germano dos Santos Murara
Co-orientadora: Me. Flávia Bernardo Chagas

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

23 / 06 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Gisele Leite Lima – UFFS (Campus Chapecó)

Prof. Dr. Reginaldo José de Souza – UFFS (Campus Erechim)

RESUMO

A água é um elemento indispensável à vida no planeta, esta presente em praticamente todos os processos socioambientais e, na maioria das vezes, não tem a atenção e cuidado necessário. A qualidade da água é um tema de extrema importância e amplamente discutido, principalmente nos ambientes acadêmicos. O objetivo da pesquisa foi analisar a qualidade da água no Rio Tigre na área urbana de Erechim - RS, a partir dos parâmetros biológicos e físico-químicos. Para tanto realizou-se a coleta de macroinvertebrados bentônicos e amostras de água. A qualidade da água foi analisada através do índice BMWP e dos parâmetros físico-químicos, em seguida relacionado os resultados com a ocupação do entorno do Rio. A água apresentou características de fortemente poluída ou sistemas fortemente alterados. Atribuiu-se os resultados a uma série de fatores relacionados ao ambiente urbano, dentre eles, a falta de um sistema coletivo de coleta e tratamento de esgoto, despejos de efluentes domésticos e industriais sem devido tratamento e as alterações na dinâmica natural do leito do Rio.

Palavras Chave: Macroinvertebrados Bentônicos. Índice BMWP. Parâmetros Físico-Químicos. Ambientes Lóticos.

ABSTRACT

The water its essential element to life on the planet, present in all environmental processes and, most often, does not have the necessary attention and care. Water quality is an issue of utmost importance and widely discussed, especially in university. The aim of the research was to analyze the quality of water in the Tigre River in the urban area of Erechim - RS, from the biological and physico-chemical parameters. Therefore there was the collection of benthic macroinvertebrates and water samples. The water quality was analyzed by BMWP index and physicochemical parameters, then the results related to the occupation of the surroundings of the river. The water had heavily polluted characteristics or strongly altered systems. The results to a number of factors related to the urban environment is attributed, among them the lack of a collective system of collection and treatment of sewage, domestic and industrial waste dumps without proper treatment and changes in the natural dynamics of the river bed

Keywords: Benthic Macroinvertebrates. BMWP Index. Physico-chemical Parameters. Lotic environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1- Localização do município de Erechim, RS.....	9
Figura 2 - Representação hidrográfica com área urbana de Erechim.....	10
Figura 3 - Representação da sequencia da pesquisa.....	22
Figura 4 - Imagem da localização dos pontos de coleta	23

QUADROS

Quadro 1 - Pontuação adotada para as diferentes famílias de macroinvertebrados para a obtenção do índice BMWP.....	17
Quadro 2 - Valores de referencia de qualidade da água para o índice BMWP.....	18
Quadro 3 - Resultado das coletas de macroinvertebrados bentônicos.....	30
Quadro 4 - Resultado do índice BMWP.....	31
Quadro 5 - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos.....	35

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Ponto de coleta 1.....	28
Fotografia 2 - Ponto de coleta 2.....	28
Fotografia 3 - Materiais utilizados para identificação e contagem dos macroinvertebrados no laboratório (à esquerda). Macroinvertebrados contados e identificados (à direita).....	29
Fotografia 4 - Indivíduos da família Chironomidae.....	34
Fotografia 5 - Retilização e impermeabilização do leito do Rio Tigre por concreto e falta da mata ciliar.....	36
Fotografia 6 - Resíduos sólidos no leito e nas margens do Rio Tigre.....	38
Fotografia 7 - Presença da mata ciliar no ponto de coleta 1.....	39
Fotografia 8 - Ausência da mata ciliar no ponto de coleta 2.....	39

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição da temperatura média em Erechim, período de 6 março a 11 de abril de 2016.....	26
Gráfico 2 - Distribuição da precipitação pluvial em Erechim, período de 6 março a 11 de abril de 2016.....	27
Gráfico 3 - Ilustração do resultado final do índice BMWP.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3 METODOLOGIA	22
4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES.....	26
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa possui como tema central a análise da qualidade da água em ambientes urbanos. Sabe-se que os impactos ambientais relacionados a urbanização são muitos, resíduos sólidos, poluição atmosférica, sonora, visual e comprometimento da qualidade da água. Surgiu então o interesse em analisar a qualidade da água do Rio Tigre, na Cidade de Erechim - RS devido a intensa pressão que a malha urbana exerce sobre os cursos hídricos.

O município de Erechim está situado no estado do Estado do Rio Grande do Sul, no Brasil (figura 1). Localizando-se ao norte do estado na região do Alto Uruguai, pertence à mesorregião do Noroeste Riograndense e à microrregião de Erechim, sobre a Serra Geral. Erechim está à 783m acima do nível do mar, latitude 27°83'3" sul e longitude 52°16'26" oeste (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ERECHIM, 2015)

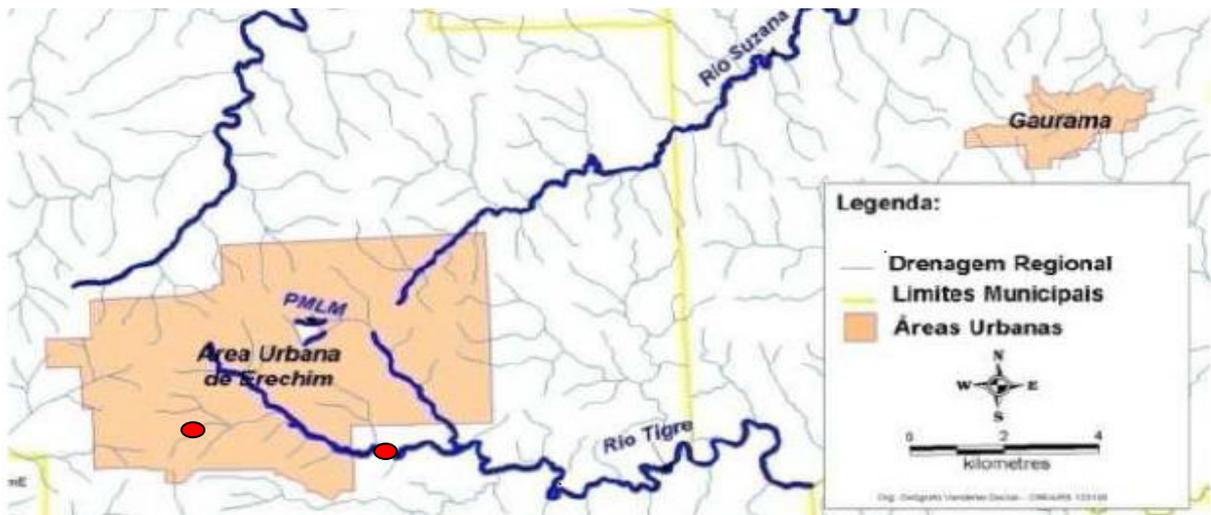
Figura 1- Localização do município de Erechim, RS.



Fonte: FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, (2015).

Erechim tem como característica hidrográfica inúmeros pequenos cursos d'água que de maneira geral drenam, em sua maioria, para os rios Passo Fundo, Erechim, Apuaê (Ligeiro) e Várzea. Estas microbacias integram a Bacia do Rio Uruguai. A rede hídrica de Erechim é formada pelos rios Dourado, Suzana, Leãozinho, Ligeirinho, Campo, Cravo, Tigre e o lajeado Henrique, sendo que alguns deles podem ser visualizados na figura 2 (ELOVERDE, 2011).

Figura 2 - Representação hidrográfica com área urbana de Erechim.



Fonte: ELOVERDE, 2011, adaptado pelo autor.

Devido ao Rio Tigre possuir nascentes no perímetro urbano, seu alto curso (figura 2), está exposto as pressões antrópicas. A ausência de mata ciliar, intensa impermeabilização e presença da malha urbana em seu alto curso são alguns dos fatores que justificaram a realização desta pesquisa. O Rio Tigre é o segundo em extensão (rio de 4ª ordem) com 118 km no município. O padrão de drenagem do município é o dendrítico (arborescente) assemelhando-se a troncos e galhos de uma árvore, como pode ser observado na figura 2. Os rios Tigre e Campo, a partir da sua junção formam o rio Apuaê-Mirim que deságua no Uruguai a aproximadamente 360 km da Capital do Estado, Porto Alegre (ELOVERDE, 2011).

A bacia do Tigre abrange quase à totalidade da área urbana de Erechim (cerca de 90 %), possível verificar na figura 2, englobando os seguintes bairros: Koller, Espírito Santo, Boa Vista, Aeroporto, Cerâmica, Fátima, Presidente Castelo Branco, Bela Vista, Linho, Parque Livia, Atlântico, José Bonifácio, Centro, Industrial, Cristo Rei, Progresso, São Cristóvão, Frinape. Seu curso apresenta-se canalizado e

retilinizado em partes do seu trecho principal assim como dos seus pequenos contribuintes. Além disso, estão impactados pelas atividades urbanas recebendo efluentes sem tratamento e também resíduos sólidos. Outro problema mencionado é a ocupação de áreas de preservação (margens), e a presença de grandes áreas impermeabilizadas onde o tempo de concentração das águas é reduzido, ocorrendo altas velocidades de escoamento que são favorecidas pelas características topográficas (ELOVERDE, 2011).

O município de Erechim não possui sistema de coleta e tratamento coletivo de esgoto sanitário, sendo que o esgoto cloacal é direcionado para fossas sépticas, posteriormente para sumidouros, rede de drenagem/galeria pluvial ou valas próximas (ELOVERDE, 2011; PLANO AMBIENTAL MUNICIPAL, 2011; PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE ERECHIM, 2015).

Entretanto, um número desconhecido de residências liga clandestinamente seu esgoto diretamente à rede pluvial, sem passar pelo tratamento individual (fossa séptica e filtro). Em algumas bocas de lobo pode ser constatado o mau cheiro típico que é intensificado nos dias quentes. Desta forma as nascentes e os cursos d'água urbanos são submetidos a uma elevada carga de poluentes orgânicos e inorgânicos (ELOVERDE, 2011).

Ao longo do curso de graduação em Geografia estudamos que a relação homem-natureza impacta cada vez mais os vários ambientes, dentre eles os aquáticos. A água como um elemento indispensável à vida esta presente em praticamente todos os processos ambientais e sociais e, na maioria das vezes, não tem a atenção e cuidado necessário.

A falta de pesquisas acerca da qualidade da água no Rio Tigre também motivou o desenvolvimento desta. O fato da existência de uma dissertação de mestrado de Chagas (2015) trabalhando temática semelhante nos Rios Ligeirinho e Leãozinho, rios que abastecem a barragem da Corsan para o abastecimento urbano de Erechim, trás contribuições no sentido de algumas relações, já que esses rios são menos impactados por serem utilizados para abastecimento e por não sofrerem impactos urbanos, porém, são afluentes do Tigre a jusante da área urbana de Erechim.

Outro fato relevante é a falta de pesquisas biogeográficas, de maneira geral, como afirmam Santa Rosa & Reis (2012) e Murara (2016), fazendo-se necessário a realização de novos trabalhos nesta área. A utilização da biogeografia através dos

bioindicadores para analisar a qualidade da água torna-se muito relevante já que é definida como o estudo da distribuição, adaptação e a explicação dos seres vivos – animais e vegetais – no espaço geográfico, conferindo assim uma visão com foco ambiental na geografia (CAMARGO, 2000; MURARA, 2016)

Uma das formas de contribuir com a necessidade de preservação é a realização de uma pesquisa que auxilie no monitoramento da qualidade da água, pois sabe-se que em ambientes urbanos boa parte dos impactos é resultado dos despejos inadequados de efluentes domésticos e industriais, à falta de investimentos nos sistemas de esgotamento sanitário e estações de tratamento, depósitos de resíduos sólidos urbanos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas, funcionando como fonte permanente de contaminação e a ocupação do solo urbano sem controle do seu impacto sobre o sistema hídrico, sendo estes os principais impactantes na biodiversidade aquática, como afirmam (TUCCI, 2005 e CALLISTO; GONÇALVES e MORENO, 2012).

O objetivo geral da pesquisa foi analisar a qualidade da água do Rio Tigre na área urbana de Erechim-RS. Tendo como objetivos específicos: coletar e identificar os macroinvertebrados bentônicos; analisar a qualidade da água por meio do índice biótico BMWP e parâmetros físico-químicos e; relacionar os indicadores biológicos, e físico-químicos com a ocupação no entorno do Rio Tigre.

Frente a atual configuração urbana do município de Erechim e levando-se em consideração a sua rede hidrográfica, faz-se necessário estudos que avaliam a qualidade da água e suas relações com a expansão da mancha urbana.

Conforme o IBGE (2010), Erechim possui uma população total de 96.087 habitantes, dos quais 94,24% residem na área urbana. E como esta é drenada quase em sua totalidade pelo Rio Tigre e seus contribuintes acaba sendo impactada pelas diversas atividades urbanas.

Neste sentido, a utilização de parâmetros biológicos (macroinvertebrados bentônicos), juntamente com uma análise dos parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido - OD, temperatura, turbidez, pH e condutividade elétrica - CO), para avaliação da qualidade da água, torna-se uma opção viável uma vez que requer baixos custos para sua execução e, como consequência, os resultados obtidos podem contribuir para novas pesquisas, assim como auxiliar na resolução de problemas ambientais relacionados ao Rio Tigre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Existem várias técnicas para análise da qualidade da água. Essas podem ser divididas em análises físicas, químicas ou biológicas (bioindicadores), ou ainda, pela integração e/ou junção de duas ou das três técnicas.

A Biogeografia possibilita essa análise, uma vez que, enquanto uma temática da Ciência Geográfica, objetiva compreender quais são os fatores e elementos que contribuem para a distribuição de espécies. Uma de suas principais preocupações é a identificação e a classificação dos seres vivos, e em nível ecológico, é o estudo das comunidades das plantas e dos animais, em relação ao seu habitat (SANTA ROSA & REIS, 2012).

Desta forma, seu objetivo está intrinsecamente associado a uma visão ampla e complexa das relações e correlações dos aspectos da natureza com o Homem e/ou dos ambientes com a sociedade. A abordagem da Biogeografia efetuada por Geógrafos necessita evocar o caráter social (ALBUQUERQUE *et al.*, 2004), uma vez que a Ciência Geográfica é uma Ciência Humana e, neste caso, possui como partida para suas análises os componentes da natureza (MURARA, 2016).

Ainda neste sentido, a biogeografia permite realizar uma análise dos fatores e elementos que contribuem para distribuição das espécies animais, no caso desta pesquisa, uma análise nos parâmetros físico-químicos da água, que interferem na distribuição da comunidade dos macroinvertebrados no Rio Tigre, que são utilizados como bioindicadores.

De acordo com Callisto, Gonçalves e Moreno (2012, p.2 e 3), bioindicadores "são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem". Segundo os autores, a utilização dos macroinvertebrados permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição.

Para Callisto, Gonçalves e Moreno (2012, p. 4) "[...] os macroinvertebrados bentônicos são eficientes para a avaliação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas em ecossistemas aquáticos continentais". Além disso são importantes componentes da dieta de peixes, anfíbios e aves aquáticas transferindo a energia obtida da matéria orgânica morta retida no sedimento para os animais que

deles se alimentam. O conjunto de organismos chamados “macroinvertebrados bentônicos” vive no fundo de corpos d’água continentais (rios e lagos). Dentre eles predominam as larvas de insetos aquáticos, minhocas d’água, caramujos, vermes e crustáceos, com tamanhos de corpo maiores que 0,5 mm.

Ainda neste sentido, conforme o INAG (2008), os macroinvertebrados bentônicos vem sendo muito utilizados para avaliar a qualidade biológica de ecossistemas lóticos (rios e riachos). Devido sua grande diversidade, à qual se associa uma acentuada sensibilidade a fatores ecológicos, também em relação a especificidade para certos habitats e às suas sensibilidades diferenciais a vários tipos de pressões humanas (contaminação orgânica, acidificação, degradação morfológica, etc.). Ao longo de quase um século de investigação, vários autores, dentre eles, Alba-Tercedor (1996); Rosenberg e Resh (1993); e Callisto, Gonçalves e Moreno (2012), têm desenvolvido métricas de macroinvertebrados específicas para determinado tipo de impactos, as quais podem ter diferentes escalas de aplicação geográfica, porém estas tem sido bastante usadas para avaliar o estado de degradação de ambientes específicos.

Os macroinvertebrados bentônicos são bons bioindicadores da qualidade de água porque são geralmente mais permanentes no ambiente, pois vivem de semanas a alguns meses no sedimento. Por este motivo, o seu monitoramento torna-se muito eficiente (LENAT & BARBOUT, 1994; ALBA-TERCEDOR, 1996 apud CALLISTO; GONÇALVES; MORENO 2012).

Ainda neste sentido, Rosenberg e Resh (1993 apud Sterz; Roza-Gomez; Rossi, 2011 p.8) afirmam que os macroinvertebrados conseguem refletir o estado de conservação ou degradação do ecossistema, "sendo eficazes por apresentarem abundância nos sistemas aquáticos; baixa mobilidade; maior permanência no ambiente; ampla tolerância a fatores estressantes e funcionalidade como integradores das condições ambientais".

De acordo com Callisto, Gonçalves e Moreno (2012), o uso destes organismos como bioindicadores é baseado em um princípio simples, ao serem submetidos a condições adversas, os organismos se adaptam ou morrem. Portanto, os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados às suas condições ambientais e por isso devem refletir o nível de preservação de condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais. Relatam também que,

“[...] dentre os bioindicadores há grupos de espécies diretamente relacionados a um determinado agente poluidor ou a um fator natural potencialmente poluente (p.ex. altas densidades *Oligochaeta* (“minhocas d’água”) e de larvas vermelhas de *Chironomus*, Diptera, em rios com elevados teores de matéria orgânica). Além disso, são importantes ferramentas para a avaliação da integridade ecológica (condição de “saúde” de um rio), avaliada através da comparação da qualidade da água e diversidade de organismos entre áreas impactadas e áreas de referência, ainda naturais e a montante” (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO 2012 p.3).

Exemplificando maneiras de utilização dos macroinvertebrados como bioindicadores e seus diferentes comportamentos, sejam eles, riqueza, presença ou ausência Callisto, Moretti e Goulart (2001, p.72) argumentam que

“os macroinvertebrados bentônicos diferem entre si, em relação à poluição orgânica, desde organismos típicos de ambientes limpos ou de boa qualidade de águas (p. ex. ninfas de Plecoptera e larvas de Trichoptera - Insecta), passando por organismos tolerantes (p. ex. alguns Heteroptera e Odonata - Insecta e Amphipoda - Crustacea) até organismos resistentes (p. ex. alguns Chironomidae – Diptera, Insecta e *Oligochaeta* – Annelida). Locais poluídos geralmente possuem baixa riqueza de espécies e elevada densidade de organismos, restritos a grupos mais tolerantes (p. ex. *Chironomus* e *Polypedilum* – Diptera, Chironomidae e Tubificidae – *Oligochaeta*). Comunidades bentônicas necessitam de um certo tempo para estabelecer suas populações, que por sua vez necessitam de condições ambientais próprias para a sua permanência no meio. A partir deste ponto, atuam como monitores contínuos das condições ecológicas dos rios, indicando tanto variações recentes quanto as ocorridas no passado, decorrentes do lançamento de efluentes industriais e que tenham afetado a qualidade das águas (p. ex. contaminação por metais pesados) e a diversidade de habitats”.

Neste mesmo sentido, Silveira (2004, p. 35) afirma que os macroinvertebrados são bons bioindicadores da poluição ambiental em sistemas lóticos (águas correntes), pois respondem " a estresses hidráulicos, orgânicos e tóxicos com a redução de espécies sensíveis e a proliferação de espécies tolerantes".

Goulart e Calisto (2003), classificam os macroinvertebrados bentônicos em relação a tolerância frente a adversidades ambientais em três grupos principais. O primeiro, sensíveis ou intolerantes, formado por representantes das ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, possuem necessidade de elevadas concentrações de oxigênio e conseqüentemente ambiente de elevada qualidade. O segundo, tolerantes, formado por uma ampla variedade de insetos

aquáticos, moluscos, algumas famílias Diptera e representantes das ordens Heterópteras, Odonata, e Coleoptera. E o terceiro grupo formado por organismos extremamente tolerantes ou resistentes, formado principalmente por larvas de Chironomidae e outros Diptera e por toda a classe Oligochaeta. Esses organismos são capazes de viver em condições de falta de oxigênio total por várias horas e se alimentam de matéria orgânica depositada no sedimento, favorecendo a adaptação aos mais variados ambientes e não tem exigência quanto a diversidade de habitats.

Existem uma série de medidas bioindicadoras que são utilizadas no biomonitoramento, porém, não existem medidas mais ou menos indicadas para um determinado ambiente, mas sim medidas mais facilmente calculáveis num curto período de tempo para avaliações rápidas. Dentre elas estaria a riqueza e abundância - relacionada aos grupos taxonômicos encontrados nos pontos de coleta e as quantidades totais e índices bióticos - utilizam valores de tolerância pré-estabelecidos para táxons (família, gêneros, espécies) (SILVEIRA, 2004).

O índice biótico *Biological Monitoring Working Party* - BMWP, foi criado na Inglaterra em 1970 como um método simples e rápido para avaliação da qualidade da água utilizando macroinvertebrados como bioindicadores, e com o passar dos anos foi testado e revisto com o objetivo de melhorá-lo ainda mais (ROLDÁN, 2003 apud CHAGAS, 2015)

Atualmente o índice BMWP é um dos mais utilizados, sendo um índice qualitativo que considera apenas presença e ausência de família de macroinvertebrados bentônicos. A cada uma das famílias que fazem parte do índice é atribuído um valor de 01 à 10 conforme quadro 1. O menor valor para as famílias mais resistentes e maior valor para as mais sensíveis ao impacto (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ, 2016; SILVEIRA, 2004).

Quadro 1 - Pontuação adotada para as diferentes famílias de macroinvertebrados para a obtenção do índice BMWP.

FAMÍLIA	PONTUAÇÃO	FAMÍLIA	PONTUAÇÃO	FAMÍLIA	PONTUAÇÃO
Aeshnidae	8	Ephydriidae	2	Neritidae	6
Agriidae	-	Erpobdellidae	3	Notonectidae	3
Ancyliidae	6	Gammaridae	6	Odontoceridae	10
Anthomyiidae	4	Gerridae	3	Oligochaeta	1
Aphelocheiridae	10	Glossiphoniidae	3	Oligoneuriidae	5
Asellidae	3	Glossosomatidae	8	Ostracoda	3
Astacidae	8	Goeridae	10	Perlidae	10
Athericidae	10	Gomphidae	8	Perlodidae	10
Atyidae	6	Gripopterygidae	-	Philopotamidae	8
Baetidae	4	Gyrinidae	3	Phryganeidae	10
Belostomatidae	-	Halplidae	4	Physidae	3
Beraeidae	10	Hebridae	-	Piscicolidae	4
Bithyniidae	3	Helicopsychidae	-	Planariidae	5
Blephariceridae	10	Helodidae	3	Planorbidae	3
Brachycentridae	10	Helophoridae	5	Platycnemididae	6
Bythinellidae	3	Heptageniidae	10	Pleidae	3
Caenidae	4	Hirudidae	3	Polycentropodidae	7
Calopterygidae	8	Hydracarina	4	Polymitarcidae	5
Capniidae	10	Hydraenidae	5	Potamanthidae	10
Ceratopogonidae	4	Hydrobiidae	3	Protopistomatidae	7
Chironomidae	2	Hydrobiosidae	-	Psephenidae	-
Chloroperlidae	10	Hydrochidae	5	Psychodidae	4
Chrysomelidae	4	Hydrometridae	3	Psychomyiidae	8
Clambidae	5	Hydrophilidae	3	Pyralidae	-
Coenagrionidae	6	Hydropsychidae	5	Rhagionidae	4
Cordulegasteridae	8	Hydroptilidae	6	Rhyacophilidae	7
Corduliidae	8	Hydroscaphidae	-	Sciomyzidae	4
Corixidae	3	Hygrobiiidae	3	Sericostomatidae	10
Corophiidae	6	Lepidostomatidae	10	Sialidae	4
Corydalidae	-	Leptoceridae	10	Simuliidae	5
Culicidae	2	Leptophlebiidae	10	Siphonuridae	10
Curculionidae	4	Leptohiphidae	-	Sphaeridae	3
Dendrocoelidae	5	Lestidae	8	Stratiomyidae	4
Dixidae	4	Leuctridae	10	Syrphidae	1
Dolichopodidae	4	Libellulidae	8	Tabanidae	4
Dryopidae	5	Limnephilidae	7	Taeniopterygidae	10
Dugesiidae	5	Limoniidae	4	Thaumaleidae	2
Dytiscidae	3	Lymnaeidae	3	Thiaridae	6
Ecnomidae	7	Mesoveliidae	3	Tipulidae	5
Elmidae	5	Molannidae	10	Unionidae	6
Elminthidae	-	Naucoridae	3	Valvatidae	3
Empididae	4	Nemouridae	7	Veliidae	3
Ephemereiliidae	7	Nepidae	3	Viviparidae	6
Ephemeridae	10				

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, 2016

Ainda neste sentido, de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná (2016), para avaliar a qualidade da água, após o somatório dos valores atribuídos a cada família de macroinvertebrados, utiliza-se o quadro 2, adaptado de Alba-Tercedor (1996) pela seção de Limnologia do IAP - Instituto Ambiental do Paraná, 2003.

Quadro 2 - Valores de referencia de qualidade da água para o índice BMWP.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	> 150	Águas muito limpas (águas pristinas)	LILÁS
II	BOA	121 - 150	Águas limpas, não poluídas ou sistemas perceptivelmente não alterados	AZUL ESCURO
III	ACEITÁVEL	101 - 120	Águas muito pouco poluídas, ou sistema já com um pouco de alteração	AZUL CLARO
IV	DUVIDOSA	61 - 100	São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
V	POLUÍDA	36 - 60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)	AMARELO
VI	MUITO POLUÍDA	16 - 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	< 16	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, 2016

Conforme Araújo e Bossolam (2006), a classificação taxonômica está organizada hierarquicamente da seguinte maneira reino; filo; classe; ordem; família; gênero; e espécie. E de acordo com Mugnai (*et al.* 2010), a utilização de chaves taxonômicas permite a identificação, por não especialistas, em níveis até família ou de gênero, já em nível de espécies torna-se tarefa para especialistas.

Callisto, Gonçalves e Moreno (2012), indicam que, a Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (*U.S. Environmental Protection Agency – USEPA*) e a Diretriz da União Européia (94C 222/06, 10 de agosto de 1994) recomendam a utilização de bioindicadores integradamente com os parâmetros físico-químicos,

sendo que uma avaliação da qualidade da água ideal é o que integra os parâmetros biológicos e físico-químicos.

De acordo com Goulart e Calisto (2003), a quantificação das variáveis físico-químicas da água proporciona uma identificação imediata e precisa das condições do momento da coleta, "fotografia momentânea", porém apresenta algumas desvantagens como descontinuidade temporal e espacial, e são influenciadas pela capacidade de autodepuração dos ecossistemas lóticos. Entretanto, quando associadas à análises biológicas são importantes e complementares, já que "um rio é essencialmente um ecossistema dinâmico" (SILVEIRA, 2004 p. 35).

Para Silveira (2004) os fatores físico-químicos são de grande importância para a biota aquática, dentre eles estão a luz, a temperatura, oxigênio dissolvido (OD), sólidos em suspensão, íons dissolvidos, entre outros. Sendo que estes fatores desempenham papéis na determinação de áreas adequadas para a ocorrência de organismos aquáticos, influenciando no número e tipo de biota, assim como na qualidade da água.

A resolução número 357 CONAMA (2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta resolução classifica a água doce nas seguintes classes (especial, I, II, III, IV), definindo também suas utilizações para cada classe. Para cada classe é estipulado padrões de qualidade com parâmetros específicos.

Conforme Silveira (2004), a temperatura da água também atua na regulação das características físicas e bióticas dos riachos. Com a retirada da mata ciliar ocorre o aumento da temperatura, que diminui a capacidade de solubilização de oxigênio. Ainda neste sentido, afirma que

[...] em elevadas temperaturas, a capacidade dos riachos de metabolizar produtos orgânicos sem reduzir a concentração de oxigênio é diminuída. A elevação da temperatura também aumenta a taxa em que os nutrientes aderidos aos sólidos suspensos são convertidos em formas (solúveis) prontamente disponíveis, como no caso do fósforo. Isto tem implicações sobre o processo de eutrofização, pois com uma maior oferta de nutrientes para os produtores primários (algas e fitoplâncton), maior será o seu crescimento e taxa de consumo de oxigênio (através da respiração), provocando um aumento da matéria orgânica e a queda da concentração de oxigênio dissolvido na água (SILVEIRA, 2004 p.14).

A mata ciliar é fundamental na manutenção da morfologia de um rio, atua na contenção dos processos erosivos das margens, diminui a velocidade da entrada de sedimentos e poluentes, atuando como um filtro da calha principal do rio. Acaba interferindo na concentração de sólidos em suspensão, turbidez, temperatura, entre outros (SILVEIRA, 2004).

Para Silveira (2004), o oxigênio dissolvido é um dos gases mais importantes presente na água para sua caracterização. Podemos citar a concentração de matéria orgânica, tanto dissolvida como particulada, como um fator que interfere em uma baixa concentração de OD.

No caso de impactos antropogênicos, o despejo de efluentes domésticos e agrícolas em rios aumenta sobremaneira a concentração de matéria orgânica e de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) nestes ecossistemas. A degradação destes compostos pela microbiota levará a um aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ocasionando um déficit na concentração de oxigênio dissolvido na água. Como consequência, este déficit poderá resultar na morte de organismos aquáticos como, por exemplo, peixes e macroinvertebrados. Outro efeito direto da eutrofização (aumento da concentração de nutrientes em um corpo hídrico) é o aumento em excesso de algas e macrófitas, desequilibrando o funcionamento do ecossistema (SILVEIRA, 2004 p. 32).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016) a condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, quanto maior a concentração iônica maior é a capacidade em conduzir corrente elétrica. "Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens), em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ " (BRASIL, 2016, p. 22).

Silveira (2004), afirma que os locais extremamente degradados, com baixo oxigênio dissolvido, alta condutividade, e elevados níveis de nutrientes, os mais eutrofizados são os que apresentam um maior desequilíbrio na comunidade de macroinvertebrados.

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016) a turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do

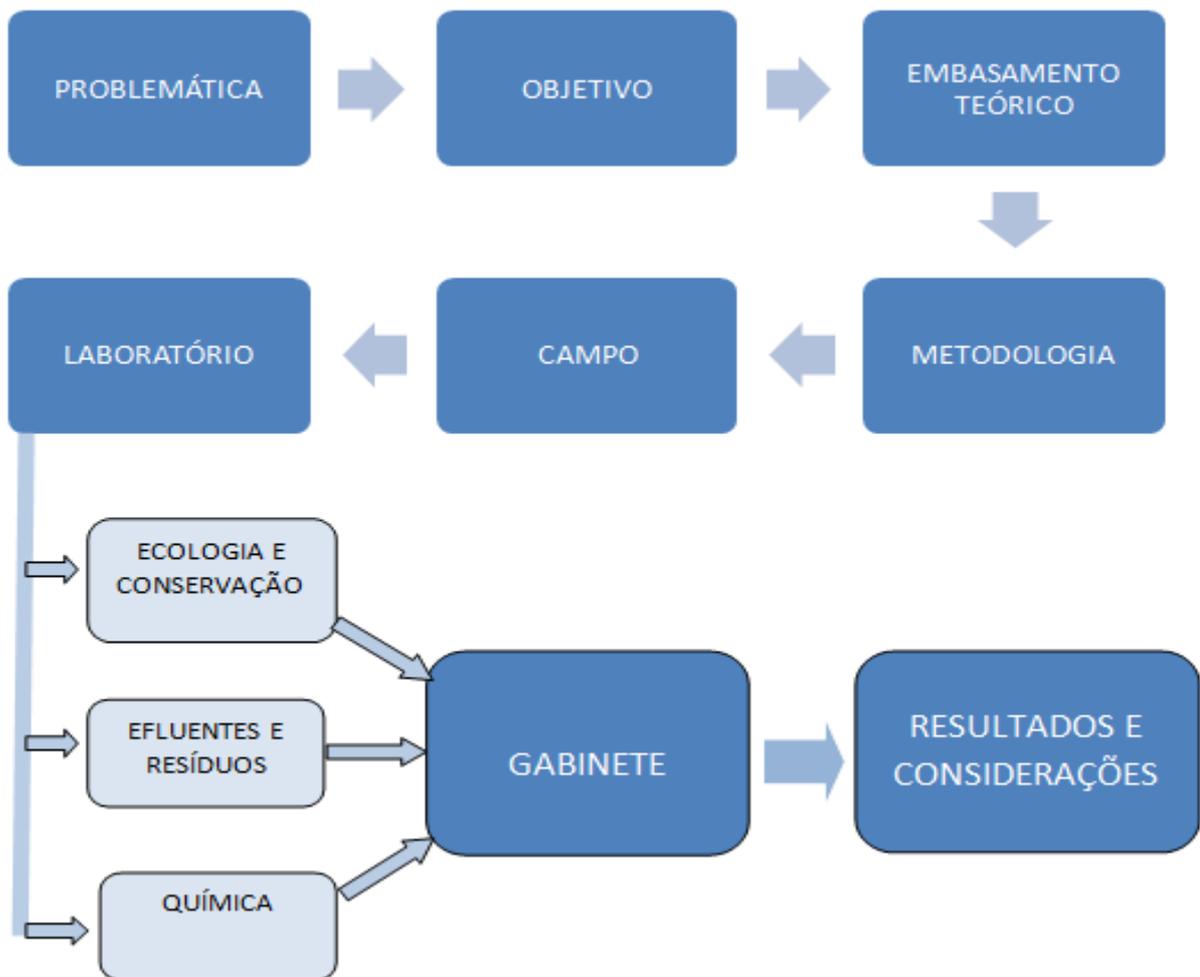
líquido. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água também pode ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais. Ainda neste sentido conforme a resolução número 357 CONAMA de 2005, águas classificadas na classe I devem apresentar índices de turbidez menores que 40 UNT (Unidades nefelométricas de turbidez).

Conforme o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016) "o potencial hidrogênio (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido" (pág 20). As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Indica também que para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve estar na faixa de 6 a 9, já para as águas de abastecimento, o indicado pela Portaria MS n.º 2914/2011 é Ph entre 6,5 e 9,5.

3 METODOLOGIA

A pesquisa está pautada na coleta de dados primários e também, na utilização de dados secundários para a sua realização. Trata-se de uma metodologia que envolve análise quali-quantitativa que foi desenvolvida em três etapas: campo, laboratório e gabinete.

Figura 3 - Representação da sequencia da pesquisa.



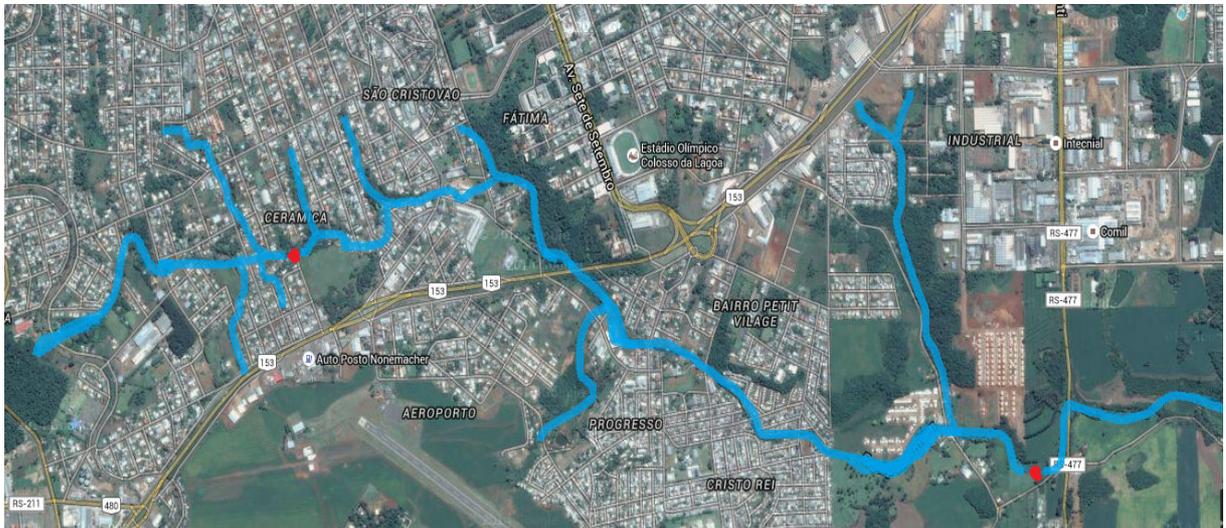
Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

Inicialmente foi realizado levantamento de informações bibliográficas existentes, a cerca do Rio Tigre, tipo de uso e ocupação das áreas que influenciam os pontos de coleta das amostras, principais efluentes gerados e possíveis impactos. Em seguida, foi realizado levantamento bibliográfico da utilização de parâmetros biológicos e físico-químicos para análise da qualidade da água.

Para a realização da pesquisa foi necessário a execução de trabalhos de campo. O primeiro campo foi realizado no mês de março de 2016 para o conhecimento da bacia e a identificação dos possíveis pontos de coleta. Levou-se em consideração a acessibilidade e os objetivos do trabalho. Uma vez definido os pontos de coleta, o segundo campo foi definido em dias em que as condições meteorológicas fossem favoráveis aos procedimentos de coleta, ou seja, em dias que não haviam ocorrido chuvas antes e nem em dias de chuvas de acordo com (INAG, 2008).

Os pontos definidos foram; o ponto 1 que localiza-se à 27° 39' 17" de latitude sul e 52° 16' 48" de longitude oeste, ao final da rua Olinto Zambonato e; o ponto 2; à 27° 39' 42" de latitude sul e 52° 14' 47" de longitude oeste, à direita do final da rua Alberto Parenti e início da RS 477, saída para o município de Áurea-RS (figura 4). Optou-se pela escolha de dois pontos, sendo eles, um ponto mais a montante e outro mais a jusante, para identificar possíveis diferenças na qualidade da água ente eles.

Figura 4 - Imagem da localização dos pontos de coleta (pontos em vermelho).



Fonte: Google maps, 2016 adaptado pelo autor.

Uma vez definido os pontos de coleta de dados, foi necessário a observação das condições climática e definição da data de realização do trabalho de campo. Informações sobre as condições climáticas foram consultadas no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A realização do trabalho de campo para coleta dos dados primários ocorreu no dia 08 de abril de 2016, nos pontos previamente definidos, na parte da tarde. Primeiramente foi separado os materiais a serem utilizados, sendo eles: Roupa e luvas impermeáveis, frascos para coleta dos macroinvertebrados e da água já identificados, amostrador do tipo Surber (malha de 250 μm e área de 0,1 m^2), oxímetro, prancheta, folha A4, caneta, acondicionador plástico para os materiais e água potável para lavar os equipamentos e mãos, conforme os procedimentos do (INAG, 2008, SILVEIRA, 2004 e MUGNAI *et al.*, 2010).

O procedimento de coleta e medições foram realizadas conforme Silveira, (2004) e Mugnai *et al.*, (2010), iniciando no ponto 1 e posteriormente no ponto 2. Primeiramente foi realizado o teste de oxigênio dissolvido, medido a temperatura da água e coletado uma amostra de água para levar ao laboratório. Na sequencia iniciou-se a coleta dos macroinvertebrados utilizando-se o amostrador do tipo Surber, distribuídas em três amostras em cada ponto, da seguinte maneira, iniciamos próximo à margem direita, depois pelo meio e finalizando próximo à margem esquerda, totalizando seis amostragens nos dois pontos. O material coletado foi acondicionado em recipientes plásticos previamente identificados e conduzidos para o laboratório de Ecologia e Conservação. No laboratório foi adicionado álcool 70% para conservar, e nos dias subsequentes foi realizada a identificação e contagem dos macroinvertebrados, sempre que possível no nível de família, utilizando-se estereomicroscópio com aumento de até 45 vezes e o manual de identificação com a classificação taxonômica, "Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro" (MUGNAI *et al.*, 2010).

Após a identificação dos macroinvertebrados bentônicos foi calculado o índice BMWP, utilizando-se uma adaptação de Alba-Tercedor (1996) pela seção de Limnologia do IAP - Instituto Ambiental do Paraná, 2003. (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ, 2016).

Para realização das análises físico-químicas em laboratório (pH, Turbidez e Condutividade Elétrica), das amostras de água coletadas utilizou-se (pHmêtro MS Tecnopon mPA 210) para o pH, para Turbidez (turbidímetro Policontrol AF 2000) no laboratório de Efluentes e Resíduos e para a Condutividade Elétrica (condutivímetro (Gehaka CG 1800) no laboratório de química, além das análises realizadas *in loco* (Temperatura e Oxigênio Dissolvido) realizadas com oxímetro portátil (Alfakit AT 160).

Os resultados das análises físico-químicas foram relacionados e comparados com os padrões de potabilidade definidos pela resolução CONAMA número 357 de 2005 e outros autores.

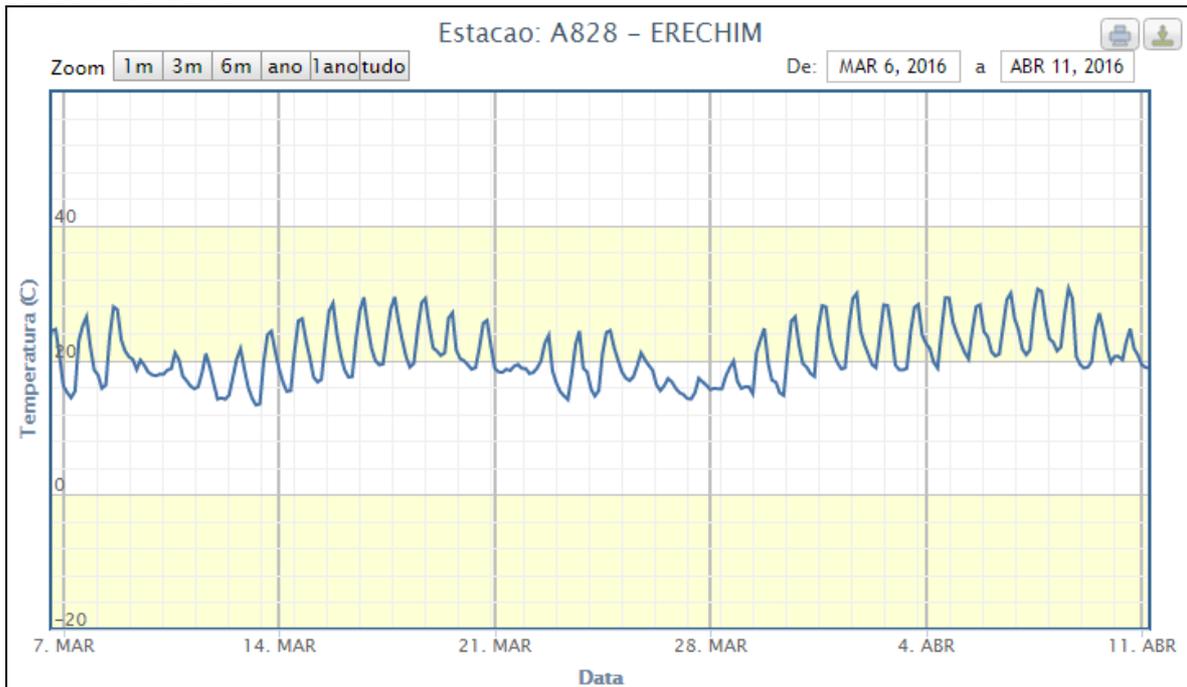
Após obtidos os resultados das análises biológicas, físico-químicas relacionou-se estas entre elas e às características do entorno para posteriormente sistematizar as considerações e os resultados referentes a qualidade da água e possíveis diferenças entre os dois pontos, tanto em relação aos fatores bióticos como as análises físico-químicas da água.

4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Conforme o INAG, 2008, as coletas não devem ser realizadas sob influência de enxurradas, sendo necessário aguardar até que a transparência da água permita ver o fundo. Tais requisitos estavam de acordo no dia da coleta e proporcionaram uma coleta que atende os pré-requisitos teóricos.

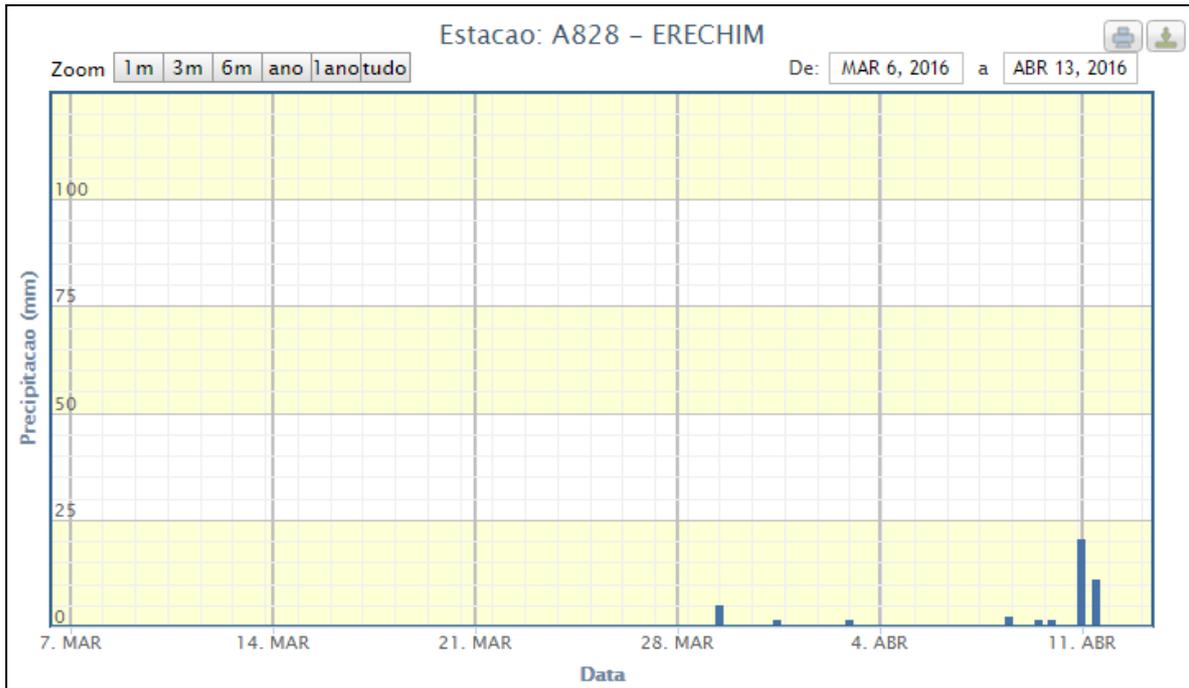
De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) os dias que antecederam a coleta de campo, no dia 08 de abril de 2016, foram de pouca chuva e temperaturas altas, conforme os gráficos 1 e 2. Nos dez dias anteriores a coleta a temperatura máxima variou entre 27°C e 31°C. Em relação à precipitação, os registros do INMET apontam que ao longo de todo o mês de março choveu apenas 7mm e em abril apenas 2mm até o dia da coleta.

Gráfico 1 - Distribuição da temperatura média em Erechim, período de 6 março a 11 de abril de 2016.



Fonte: INMET, 2016.

Gráfico 2 - Distribuição da precipitação pluvial em Erechim, período de 6 março a 11 de abril de 2016.



Fonte: INMET, 2016.

Em relação às características dos habitats nos ambientes lóticos, são bem semelhantes nos dois pontos definidos para as coletas, integrando habitats orgânicos e inorgânicos (Blocos, pedras, cascalho, argila, juntamente com matéria orgânica particulada), definidas pelo INAG (2008), variando apenas a largura e profundidade entre os dois pontos. O ponto 1 com 04m de largura e média de 20cm de profundidade e, o ponto 2 com uma largura de 9m e profundidade média de 30cm (fotografias 1 e 2).

Fotografia 1 - Ponto de coleta 1.



Fonte: Murara, 2016.

Fotografia 2 - Ponto de coleta 2.



Fonte: Murara, 2016.

Após a realização da coleta o material foi conduzido ao laboratório para as análises e identificações. Nos dias posteriores à coleta foi realizado a identificação dos macroinvertebrados, conforme Mugnai *et al.*, (2010) e contagem dos mesmos, sendo possível identificar no ponto 1, um total de três famílias (Chironomidae, Ceratopogonidae e Elmidae) e três classes (Hirudinida, Oligochaeta e Arachnida). No ponto 2, apenas duas famílias (Chironomidae e Ceratopogonidae) e duas classes (Hirudinida e Oligochaeta) foram identificadas, conforme quadro 3. Representando um baixo índice de riqueza, principalmente no ponto 2.

Fotografia 3 - Materiais utilizados para identificação e contagem dos macroinvertebrados no laboratório (à esquerda). Macroinvertebrados contados e identificados (à direita).



Fonte: o autor, 2016.

Quadro 3 - Resultado das coletas de macroinvertebrados bentônicos.

MACROINVERTEBRADOS	PONTO 01				PONTO 02			
	NÚMERO DE INDIVÍDUOS							
	M. Esq.	Meio	M. Dir.	Total	M. Esq.	Meio	M. Dir.	Total
Família Chironomidae	1129	270	272	1671	819	586	1861	3266
Família Ceratopogonidae	77	0	2	79	2	0	0	2
Classe Hirudinida	73	7	13	93	16	5	28	49
Classe Oligochaeta	4	0	4	8	0	1	0	1
Família Elmidae	1	0	0	1	0	0	0	0
Classe Arachnida	1	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A partir da identificação de todos os macroinvertebrados coletados foi possível chegar ao índice BMWP, que é definido de acordo com o somatório das pontuações estipuladas para cada família encontrada, conforme pontuação adotada para as diferentes famílias de macroinvertebrados de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, (2016), chegando-se ao seguinte resultado (quadro 4):

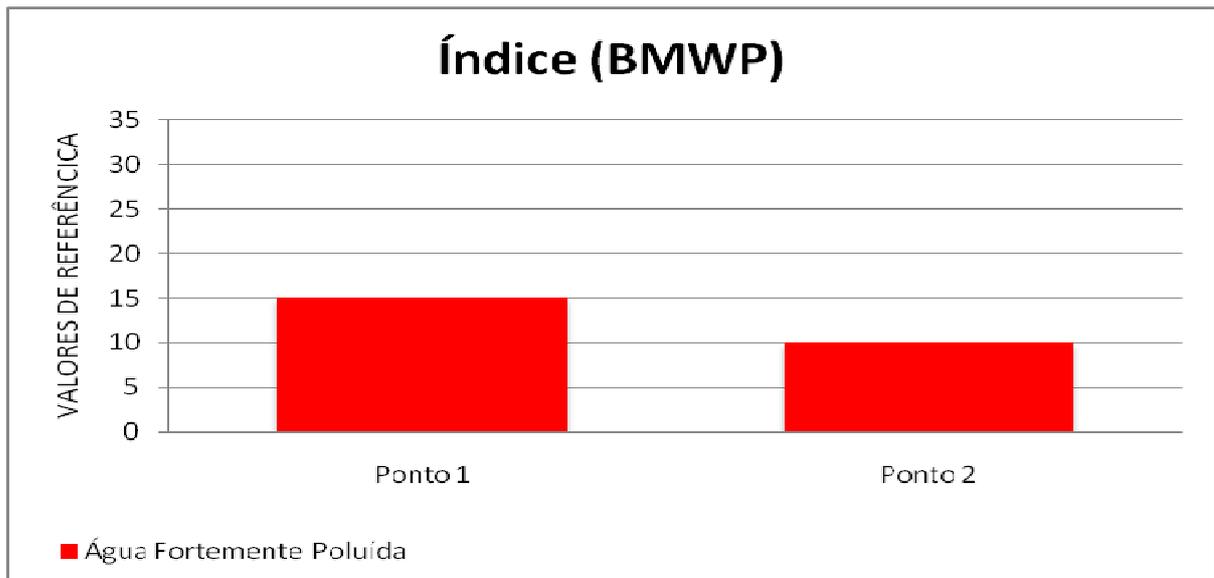
Quadro 4 - Resultado do índice BMWP.

PONTO 01		PONTO 02	
MACROINVERTEBRADOS	PONTUAÇÃO ADOTADA	MACROINVERTEBRADOS	PONTUAÇÃO ADOTADA
Família Chironomidae	2	Família Chironomidae	2
Família Ceratopogonidae	4	Família Ceratopogonidae	4
Filo annelida classe Hirudinida	3	Filo annelida classe Hirudinida	3
Filo annelida Classe Oligochaeta	1	Filo annelida Classe Oligochaeta	1
Família Elmidae	5	—————	—————
Classe Arachnida	—————	—————	—————
TOTAL (ÍNDICE BMWP)	15	TOTAL (ÍNDICE BMWP)	10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Através do resultado do índice BMWP de cada ponto de coleta foi possível gerar o gráfico 3 com a indicação da qualidade da água nos dois pontos, baseado-se nos valores de referência de qualidade da água para este índice, adotados pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, (2016).

Gráfico 3 - Ilustração do resultado final do índice BMWP.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

De acordo com a aplicação do índice BMWP a água coletada nos dois pontos já citados apresentou valores baixos para este índice, representando águas fortemente poluídas ou sistemas fortemente alterados.

O ponto 1 apresentou um índice total de 15 pontos, sendo que, conforme o quadro dos valores de referência da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná (2016), valores até 15 se enquadram na classe (VII - águas fortemente poluídas ou sistemas fortemente alterados). Neste ponto de coleta, faltou apenas um ponto para atingir a classe VI, que representaria águas relativamente com uma qualidade um pouco melhor.

No ponto 2 o índice BMWP atingiu valor menor que no ponto 1, chegando a apenas 10 pontos, também representando águas fortemente poluídas ou sistemas fortemente alterados.

Se compararmos a água do ponto 2 com o ponto 1 através do índice BMWP, em ambos os pontos as águas se enquadram na mesma classe, no entanto o ponto 2 apresentou uma pontuação menor, representando uma água ainda mais poluída ou ambiente mais impactado em relação ao ponto 1.

Todos os grupos de organismos encontrados, que foram apenas seis, indicam uma baixa riqueza de indivíduos, apresentam uma baixa pontuação para o índice BMWP, indicando grande tolerância a ambientes impactados, tanto por poluição

orgânica quanto química (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ, 2016).

Dentre os seis grupos taxonômicos encontrados nas amostras, (Chironomidae, Ceratopogonidae, Elmidae, Hirudinida, Oligochaeta e Arachnida), a família chironomidae foi encontrada com grande abundância, tanto no ponto 1 (1.671 indivíduos) como no 2 (3.266 indivíduos), totalizando 4.937 indivíduos dessa família em 6 amostragens (3 em cada ponto de coleta), conforme quadro 3. Se compararmos esses números ao trabalho de Chagas (2015), nos Rios Ligeirinho e Leãozinho, que utilizou o mesmo procedimento para a coleta, porém distribuídos ao longo de dois anos e totalizando 144 amostragens, teve um total de 901 indivíduos dessa família, os números são dispares, apontando para um desequilíbrio no ambiente estudado nesta pesquisa. Outra comparação possível foi em relação ao total de táxons encontrados, do total de 6 na presente pesquisa, nos dois pontos de coleta, já no trabalho de Chagas (2015) foram 41, indicando uma riqueza muito maior e maior equilíbrio nos rios Ligeirinho e Leãozinho.

No caso do ponto 2, o número total de indivíduos da família Chironomidae (fotografia 4) é praticamente o dobro que no ponto 1. De acordo com Goulart e Calisto (2003), os organismos dessa família são extremamente tolerantes ou resistentes, capazes de viver em condições de falta de oxigênio total por várias horas e se alimentam de matéria orgânica depositada no sedimento, favorecendo a adaptação aos mais variados ambientes e não tem exigência quanto a diversidade de habitats. Para Callisto, Moretti e Goulart (2001) e Silveira (2004), ambientes poluídos tanto orgânica como quimicamente apresentam baixa riqueza e proliferação ou elevada densidade de organismos restritos a grupos mais tolerantes, apresentando-se em maior abundância.

Ainda neste sentido, cabe enfatizar a afirmação de Silveira (2004), que os locais extremamente degradados, com baixo oxigênio dissolvido, alta condutividade, e elevados níveis de nutrientes, os mais eutrofizados são os que apresentam um maior desequilíbrio na comunidade de macroinvertebrados.

Fotografia 4 - Indivíduos da família Chironomidae.



Fonte: o autor, 2016.

Acerca das análises físico-químicas realizadas na água dos dois pontos de coleta, estas apresentaram algumas variações nos parâmetros analisados. Conforme já citado na metodologia, as medições de OD e temperatura foram realizadas *in loco* e pH, Turbidez e Condutividade elétrica nos laboratórios. Os resultados obtidos estão representados no quadro 5 , a seguir.

Quadro 5 - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos.

PARÂMETROS	RESULTADO	
	PONTO 01	PONTO 02
Oxigênio Dissolvido	4,81 mg/l	4,63 mg/l
Temperatura	24,3 °C	26 °C
pH	7,20	7,15
Turbidez	9 UNT	7 UNT
Condutividade Elétrica	215 μ S/cm	303 μ S/cm

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Em relação aos parâmetros físico-químicos analisados, Silveira (2004) afirma que água com temperaturas mais elevadas diminuem a capacidade de solubilização do oxigênio, além de aumentar a taxa de nutrientes disponíveis, como no caso do fósforo, que por consequência aumentam a proliferação de algas e musgos aderidos às rochas, que por sua vez aumentam a quantidade de matéria orgânica, além da já despejada diretamente no rio, diminuindo ainda mais a quantidade de OD na água. Tais afirmações ajudam a justificar as diferenças nos resultados das análises entre os pontos 1 e 2 (quadro 5) e algumas características observadas no momento da coleta, como a grande presença de algas e musgos aderidos as rochas no ponto 2.

A ausência de mata ciliar é um dos fatores apontados por Silveira (2004), que atuam na elevação da temperatura da água. Acaba deixando o canal do rio exposto ao sol e, somando-se à retificação e impermeabilização do leito por concreto em boa parte do trecho do rio até chegar ao ponto 2 explicam a maior temperatura nesse ponto (fotografia 5).

Fotografia 5 - Retilinação e impermeabilização do leito do Rio Tigre por concreto e falta da mata ciliar.



Fonte: o autor, 2016.

A quantidade de OD nas amostras não teve muita variação entre elas, no ponto 1 (4,81mg/l) e no ponto 2 (4,63 mg/l) (quadro 5), porém apresentando índices baixos. Pela Resolução 357 CONAMA (2005) esse índice enquadraria esta água na classe 3, que adota para este parâmetro águas com valores de OD não inferiores a 4 mg/l, já para águas classe I os valores são não inferiores a 6 mg/l.

Em relação a Condutividade Elétrica - CO, o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016) indica que águas com valores na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são consideradas normais e, ambientes poluídos podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nos dois pontos que realizou-se a coleta e análise os valores foram superiores aos considerados normais. O ponto 1 apresentou uma CO de 215 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e o ponto 2 um valor de 303 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (quadro 5), indicando águas com as características normais alteradas.

Se compararmos os resultados obtidos para Condutividade Elétrica também com trabalhos realizados em rios da região, como na pesquisa de Trevisan, Hepp e Santos (2009), na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga - RS, incluindo trechos

urbanos, as águas não apresentaram altas concentrações de íons dissolvidos, não sendo observados valores maiores que $90\mu\text{s/cm}$ de condutividade elétrica e na pesquisa de Chagas (2015), nos rios Ligeirinho e Leãozinho em Erechim - RS, não apresentaram valores maiores que $71\mu\text{s/cm}$. Neste sentido, Brigante *et al.* (2003) indicam que as águas dos locais acima citados sejam caracterizadas como naturais devido aos baixos valores de condutividade. Ambos trabalhos indicam também que a elevação na CO nos corpos hídricos está associado ao aporte de matéria orgânica presente na água.

O resultado do pH encontrado nas amostras coletadas apresentou pouca variação entre os dois pontos, no ponto 1 o valor de 7,20 e no ponto 2 o valor de 7,15 (quadro 5). De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016) para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve estar na faixa de 6 a 9, esta mesma faixa é adotada pela Resolução 357 CONAMA (2005), para águas classe I, ou seja, águas de boa qualidade.

O parâmetro Turbidez analisado foi relativamente baixo na água dos dois pontos de coleta, no ponto 1 (9 UNT) e no ponto 2 (7 UNT) (quadro 5). Visualmente esta água apresentou-se bem transparente, sendo que a Resolução 357 CONAMA (2005) admite Turbidez até 40 UNT para águas classe I. Um dos principais motivos por esses valores de Turbidez foi a baixa precipitação no período anterior à coleta.

Junto aos pontos de coleta e em outros locais ao longo do trecho entre os dois pontos, observou-se uma grande quantidade de resíduos sólidos, dos mais variados tipos (roupas, garrafas pet, sacolas plásticas, bicicletas, sofá, entre outros), no leito do Arroio Tigre como nas margens (fotografia 6). Além da poluição pelos resíduos sólidos, ocorre também uma poluição visual que indica um descaso acerca desses resíduos.

Fotografia 6 - Resíduos sólidos no leito e nas margens do Rio Tigre.



Fonte: o autor, 2016.

Em relação a mata ciliar presente junto aos pontos de coleta, entre eles e, praticamente em todos os cursos d'água da mancha urbana podemos assegurar devido a varias observações que a presença é mínima ou inexistente. No ponto 1 foi possível identificar alguma presença (fotografia 7), já em relação ao ponto 2, é praticamente inexistente, como podemos identificar na (fotografia 8). Além da falta da mata ciliar, a ocupação das margens até muito próximo ao leito ao longo do trecho entre os pontos de coleta, contribuem para as alterações indicadas pelas análises. Neste sentido a ELOVERDE (2011), afirma que a ocupação de áreas de preservação (margens) e, a presença de áreas impermeabilizadas, onde o tempo de concentração das águas é reduzido, faz com que ocorra altas velocidades de escoamento favorecidas pelas características topográficas e devido a impermeabilização do solo, refletindo em impactos ao sistema lótico (ELOVERDE, 2011).

Fotografia 7 - Presença da mata ciliar no ponto de coleta 1.



Fonte: o autor, 2016.

Fotografia 8 - Ausência da mata ciliar no ponto de coleta 2.



Fonte: o autor, 2016.

Outro aspecto bastante marcante observado durante a coleta foi o odor forte, característico de efluentes domésticos (esgoto sanitário ou ovo podre), principalmente no ponto de coleta número 1. Já no ponto 2 este cheiro citado do ponto 1 confundia-se com o de produtos químicos, chegando em alguns momentos causar ardência nos olhos.

A grande maioria dos aspectos tanto nas análises biológicas e físico-químicas, como as observadas nos pontos de coleta e ao longo do trecho urbano entre os pontos, indicam os reflexos da forma como o entorno do Rio Tigre é ocupado, incluindo o modelo de saneamento adotado para a cidade de Erechim. Neste sentido cabe ressaltar que o município de Erechim não possui sistema de coleta e tratamento coletivo de esgoto sanitário, sendo que o esgoto cloacal é direcionado para fossas sépticas, posteriormente para sumidouros, rede de drenagem/galeria pluvial ou valas próximas (ELOVERDE, 2011; PLANO AMBIENTAL MUNICIPAL, 2011; PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE ERECHIM, 2015).

Entretanto, um número desconhecido de residências liga clandestinamente seu esgoto diretamente à rede pluvial, sem passar pelo tratamento individual (fossa séptica e filtro). Em algumas bocas de lobo pode ser constatado o mau cheiro típico que é intensificado nos dias quentes. Desta forma as nascentes e os cursos d'água urbanos são submetidos a uma elevada carga de poluentes orgânicos e inorgânicos, provenientes do ambiente urbano (ELOVERDE, 2011). Essas afirmações contribuem para justificar o cenário apresentado pelo resultado das análises realizadas nesta pesquisa.

A maioria dos resultados das análises realizadas, tanto biológicas como físico-químicas, indicaram que a qualidade da água no ponto 2 é relativamente inferior ao ponto 1, que também é fortemente alterada. Atribuiu-se tais resultados ao índice progressivo de poluentes lançados de montante para jusante, sendo que o canal principal acaba recebendo seus contribuintes de outras partes da cidade com indústrias e estabelecimentos comerciais, além dos residenciais.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é a dinamicidade que esta envolvida quando estudamos ambientes lóticos. É importante atentar para os aspectos que envolvem estes ambientes dinâmicos, onde as características físicas, químicas e biológicas interferem umas nas outras, e estas, por sua vez são

influenciadas por fatores externos, como a maneira com que o entorno desses ambientes são ocupados e utilizados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, pautada nos parâmetros físicos, químicos e biológicos, indicam que a qualidade da água do Rio Tigre encontra-se comprometida. Tais resultados abrem possibilidade de novas pesquisa que foquem nas questões sociais que envolvam a poluição dos rios, uma vez que esta pesquisa confirma que o Rio Tigre é poluído, não apenas visualmente mas pelos parâmetros analisados. Sendo que este rio sofre uma grande pressão antrópica e é o principal rio que drena a mancha urbana de Erechim. Ficando também como uma sugestão a continuidade da pesquisa com a possibilidade da aplicação de entrevistas junto a população para entender como eles percebem, compreendem e enxergam o local em que eles habitam, além da possibilidade da definição de outros pontos de amostragem, mais a jusante, já no meio rural, para uma comparação de resultados. Sendo que esta focou os estudos no ambiente urbano.

Além da possibilidade da sequencia da pesquisa ou inicio de novas, os resultados obtidos servem como um alerta, tanto para as instituições públicas como as privadas, além da conscientização da comunidade de forma geral, para que ações e investimentos sejam destinados para o início de uma mudança necessária, gradativa e urgente, mas para isso ela precisa iniciar. Sendo que estas devam refletir positivamente, minimizando os impactos no ambiente lótico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. P. U.; BOSSOLAM, N. R. S. **Noções de Taxonomia e Classificação: Introdução à Zoologia**. INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS da Universidade de São Paulo. 2006. Disponível em: <http://biologia.ifsc.usp.br/bio2/apostila/bio2_apostila_zoo_01.pdf>. Acesso em 01 maio de 2016.

BIS, B.; KOSMALA, G. **Chave de Identificação para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce**. Confresh. 2005. Disponível em: <http://www.nhmc.uoc.gr/confresh/www2.nhmc.uoc.gr/confresh/CARDS_PORTO.pdf>. Acesso em 25 set. 2015.

BRASIL - Resolução CONAMA nº 357. Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília: p. 58-63. 2005.

BRASIL - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. 112p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em 22 maio 2016.

BRIGANTE, J., DORNFELD, C. B., NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu**. p. 181-187. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. G. *Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Rima, 2003.

CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, v. 6, n.1, jan./mar. 2001.

CALLISTO, M., GONÇALVES, J. F. Jr., MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**. UFMG, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral. Belo Horizonte, MG. 12 p. 2012. Disponível em: <<https://bioindicadores.wordpress.com/2012/03/16/invertebrados-aquaticos-como-bioindicadores/>>. Acesso em 20 out. 2015.

CAMARGO, J.C.G. Uma análise da produção biogeográfica no âmbito de periódicos geográficos selecionados. In: **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, vol. 12, n.24, p. 33-45, jul. /dez. 2000.

CHAGAS F. B. **Biomonitoramento da Qualidade de Água dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, Erechim, RS:** Abordagem Integrada Através de Parâmetros Biológicos, Físico-Químicos e Microbiológicos. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) - Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Curso de pós-graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental, Erechim, 2015.

ELOVERDE. **Projeto de Revitalização dos Rios de Erechim:** relatório final. PELUSO, Rosane. M. B. (Org.). Instituto Socioambiental Vida Verde - ELOVERDE. Erechim, 2011.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Perfil Socioeconômico / municípios. 2015.** Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/perfilsocioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Erechim>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

GOULART, M; CALISTTO, M. Bioindicadores da Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 02. n°1. 2003. Disponível em: <<http://www.santoangelo.uri.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/biindicadores%2019.10.2010.pdf>> Acesso em 15 maio 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** 2016. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 25 maio, 2016

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas: Gráficos.** 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em maio 2016.

INAG, I.P - Instituto da Água. **Manual para avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados bentônicos.** Ministério do Meio Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, de 2008.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L., BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Technical books Editora, 2010.

MURARA, P. G. Caminhos da Biogeografia. **Revista Caminhos da Biogeografia.** v. 17, n. 58, p. 168-179, 2016. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>> Acesso em 01, julho 2016.

PLANO AMBIENTAL MUNICIPAL DE ERECHIM. Prefeitura Municipal de Erechim; URI - Universidade Regional Integrada, 2011.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ERECHIM. ENTAAL Engenharia, Tratamento de Água e Análises Ltda. 2ª ed. Erechim, 2015.

SANTA ROSA, A. & REIS JR. D.F.C. **Aspectos históricos e conceituais da biogeografia:** Problemas de identidade e formação no Brasil. In: III Encontro Nacional de História do Pensamento Geográfico e I Encontro Nacional de Geografia Histórica, 2012, Rio de Janeiro. III ENHPG e I ENGH, 2012.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. **Avaliação da Qualidade da Água através dos Macroinvertebrados Bentônicos - Índice BMWP. 2016.** Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=91>> . Acesso em: 05 maio. 2016.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios.** São Paulo: EMBRAPA, 68 p. 2004.

STERZ, Cristiane; ROZA-GOMEZ, Magda Flores; ROSSI, Eliandra Mirlei. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondai, SC. **Unoesc & Ciência – ACBS**, Joaçaba, SC, v. 2, n. 1, p. 7-16, jan./jun. 2011.

TREVISAN, A., HEPP, L. U. & SANTOS, S. Abundância e distribuição de Aeglidae (Crustacea: Anomura) em função do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, Rio Grande do Sul, Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 419-426, 2009

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades e UNESCO, 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em 22 nov. 2015.