

Associação entre ephemeroptera, plecoptera e trichoptera e os parâmetros limnimétricos do índice de qualidade da água**Association between ephemeropter, plecoptera and trichoptera and the limnimetric parameters of the water quality index**

Recebimento dos originais: 03/11/2018

Aceitação para publicação: 05/12/2018

Antônio Pereira Júnior

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará.

Universidade do Estado do Pará.

Endereço: Rodovia PA – 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas – PA, Brasil.

E-mail: antonio.junior@uepa.br

Cleiciane Silva da Conceição

Acadêmica de Engenharia Ambiental

Endereço: Universidade do Estado do Pará – *Campus VI*

Rodovia PA – 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas – PA, Brasil.

E-mail: cleicesilva17.eng@gmail.com

Ronilson Rosário Lobo

Acadêmico de Engenharia Ambiental – *Campus VI*.

Endereço: Universidade do Estado do Pará

Rodovia PA – 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas – PA, Brasil.

E-mail: ronilsonlobo@gmail.com

Carlos Otávio Rodrigues dos Santos

Monitor do Laboratório de Qualidade Ambiental. *Campus VI*. Paragominas – PA Universidade do Estado do Pará

Rodovia PA – 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas – PA, Brasil.

E-mail: otavio.eng.amb@gmail.com

Aline Souza Sardinha

Mestra em Geologia pela Universidade Federal do Pará.

Universidade do Estado do Pará

Endereço: Travessa Enéas Pinheiro, n. 2626. Bairro do Marco, Belém – PA.

E-mail: alinesardinha@uepa.br

RESUMO

A qualidade da água, atualmente, é realizada a partir de exames de parâmetros limnológicos como, potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO). O objetivo desta pesquisa foi identificar a associação entre as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, como bioindicadores da qualidade de água e os parâmetros limnológicos constituintes do Índice da Qualidade da Água, a nível internacional e nas cinco regiões brasileiras. O método aplicado foi o

dedutivo, com abordagem quantitativa e qualitativa, de natureza observativa e procedimento exploratório, associada a levantamento de dados documentais internacionais e nacionais, indexados, com recorte temporal compreendido entre os anos de 2009 a 2018, e uso de pesquisas pioneiras. As bases de dados consultadas para a produção desta pesquisa foram: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO); Coordenação de Pesquisa e Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES); *Web Science* e *Scopus*. Os dados obtidos e analisados indicaram que, a pesquisa internacional (8 = 88,88%) já associa o grupo EPT aos parâmetros limnológicos estabelecidos pela legislação própria para a qualificação da água; já a pesquisa nacional, nesse tipo associação, é mais ativa na região sudeste (12 = 80%); nordeste (4 = 80%); sul (3 = 23,07%); norte (2 = 66,66%); centro-oeste (1 = 50%). A análise dos dados obtidos indicou que os insetos aquáticos, em particular Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, designados como EPT's, são considerados excelentes bioindicadores em corpos hídricos porque apresentam sensibilidade as alterações físico-químicas, climáticas como a taxa de precipitação, tipo de substrato, presença de coliformes fecais, metais pesados como zinco (Zn), chumbo (Pb) e ferro (Fe). Observou-se também que os EPT's diferem dos demais organismos aquáticos, pois, apresentam uma gama de diversidade biológica (Smicridea, Traverhypes, Americabaetis, Farrodes, Leptophibiidae, Baetidae, etc.) em cursos hídricos urbanos e/ou rurais. A ordem Plecoptera, em ambas as literaturas, foi identificada como a mais sensível às modificações de *habitat* e parâmetros limnológicos como, por exemplo, potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD), e isso contribui para melhor identificar a qualidade da água. Logo, o uso associado do grupo EPT com parâmetros limnológicos componentes do Índice da Qualidade da Água (IQA), estão associados nas regiões objetos dessa pesquisa, o que revela a excelência desse grupo como bioindicadores na qualidade da água.

Palavras-Chave: Comunidades biológicas. Insetos aquáticos. Organismos aquáticos

ABSTRACT

The water quality is currently performed based on limnological parameters such as hydrogenation potential (pH), Biological Oxygen Demand (BOD). The objective of this research was to identify the association between the orders Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, as bioindicators of the water quality and the limnological parameters constituting the Water Quality Index, in the international level and in the five Brazilian regions. The method applied was the deductive one, with quantitative and qualitative approach, of observational nature and exploratory procedure, associated to the collection of international and national documentary data, indexed, with a temporal cut between the years of 2009 to 2018, and use of pioneering researches. The databases consulted for the production of this research were: Scientific Electronic Library Online (SciELO); Coordination of Research and Improvement of Higher Education (CAPES); Web Science and Scopus. The data obtained and analyzed indicated that international research (8 = 88.88%) already associates the EPT group with the limnological parameters established by the proper legislation for the qualification of water; national research, in this type of association, is more active in the southeast region (12 = 80%); northeast (4 = 80%); south (3 = 23.07%); north (2 = 66.66%); center-west (1 = 50%). The analysis of the data obtained indicated that the aquatic insects, in particular Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, designated as EPT's, are considered excellent bioindicators in water bodies because they present sensitivity to the physicochemical and climatic alterations such as precipitation rate, substrate type, presence of fecal coliforms, heavy metals such as zinc (Zn), lead (Pb) and iron (Fe). It was also observed that EPTs differ from other aquatic organisms because they present a range of biological diversity (Smicridea, Traverhypes, Americabaetis, Farrodes, Leptophibiidae, Baetidae, etc.) in urban and / or rural water courses. The order Plecoptera, in both literatures, was identified as the most sensitive to habitat modifications and limnological parameters such as hydrogenation potential (pH), Biological Oxygen Demand

(BOD) and dissolved oxygen (DO), and this contributes to better identify the quality of the water. Therefore, the associated use of the EPT group with limnological parameters components of the Water Quality Index (IQA), are associated in the regions of this research, which reveals the excellence of this group as bioindicators in water quality.

Keywords: Biological communities. Aquatic insects. Aquatic organisms.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os insetos aquáticos, Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) são considerados um importante grupo taxonômico, principalmente devido a sua ampla distribuição, alta abundância e riqueza de espécies (RIGHI-CAVALLARO; SPIES; SIEGLOCH, 2011).

A Ordem Ephemeroptera, possui alta abundância: dez famílias, 67 gêneros e 230 espécies de Ephemeroptera (SALLES; FERREIRA JÚNIOR, 2011), além da capacidade de ocupar todos os *habitats* aquáticos, devido a maioria das larvas possuírem hábitos raspadores ou coletores apanhadores, e possui grande diversidade em substratos pedregosos (PACIÊNCIA et al., 2015)

Já o Plecoptera é caracterizado por ter ninfas aquáticas que podem ser encontradas sob pedras em rios, os adultos podem ser encontrados sob vegetação ripária, ou voando próximo aos corpos d'água, nos quais, as ninfas são encontradas, já os imaturos, têm uma grande importância ecológica, pois apresenta papel relevante na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia dos riachos (RIGHI-CAVALLARO et al., 2017).

Quanto a ordem Trichoptera, ela possui características de habitar em águas limpas e bem oxigenadas, com baixa quantidade de nutrientes, e pode ser indicador de ambientes oligotróficos. Por outro lado, os tricópteros apresentam elevada riqueza e abundância, níveis variados de sensibilidade a alterações físicas e químicas e à poluição dos ecossistemas aquáticos. As larvas são elos na transferência de energia entre os diferentes níveis das teias tróficas (NOGUEIRA; CABETTE. JUAN, 2011).

Em relação aos bioindicadores, eles são organismos cuja presença, abundância e condições, são indicativos de uma determinada condição ambiental, e pode ser correlacionado a elementos naturais ou antrópicos porque as respostas às mudanças de *habitat* ocorrem de maneira diferente, pois algumas ordens (Trichoptera) de insetos são geralmente mais tolerantes ou mais sensíveis a uma série de distúrbios ambientais (PASSOS, 2017; HAMID; RAWI, 2014).

Nas literaturas científicas, a bioindicação, atualmente, tem utilizado organismos que compõem um determinado ambiente e que pode caracterizá-lo. A partir desse conhecimento, estuda-se o comportamento das comunidades ecológicas sob modificações (Ex. potencial hidrogeniônico – pH) do meio onde habitam quando submetidas a fatores estressantes. Elas podem

ou não, mostrarem sensibilidade ou adaptação as mudanças ocorridas (OLIVEIRA et al., 2017; PIMENTA et al., 2015).

Essas mudanças podem se originar de elementos antrópicos como, por exemplo, dejetos domésticos, supressão de mata ciliar; pavimentações marginais de rios urbanos, etc. Tais modificações afetam a capacidade de autodepuração hídrica, devido à grande quantidade de carga poluidora, cujo lançamento é efetuado periodicamente nesses ecossistemas. Mas, existem outras atividades econômicas que contribuem para tal perda: agropecuárias intensivas, mineração e industriais. Com isso, essas atividades são vistas como os principais responsáveis por causa da diminuição no índice da qualidade da água em áreas urbanas (BARBOSA 2012; SILVA; SOUZA, 2013).

Para constatar essas alterações na qualidade dessas águas, são mensurados, em média, nove parâmetros hídricos, sejam físico-químicos ou microbiológicos como: potencial hidrogeniônico (pH); salinidade, temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD) contidos no Índice de Qualidade da Água (IQA), via análise laboratorial, cujos padrões são normatizados pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), n. 357, complementada e alterada pela Resolução 420, do mesmo conselho (BRASIL, 2005, 2011).

Outro meio para identificação de impactos em corpos hídricos urbanos, é via EPT's, pois, eles vivem parte do ciclo de vida nesses leitos, por isso, são considerados bioindicadores dos diferentes impactos causados ao meio hídrico em que estão inseridos, por isso, podem ser usados para entender como os gradientes ambientais agem sobre essas comunidades em diferentes escalas de espaço (CHUL et al., 2016).

Então, os corpos hídricos sofrem alterações provocadas pelas ações antrópicas como, por exemplo, crescimento desordenado urbano e o despejo de efluentes e industriais nos corpos hídricos, o que compromete a qualidade desses ambientes, por isso, precisam ser estudadas, o que justifica essa pesquisa, cuja relevância é incrementada a partir presença, ausência e dinâmica populacional de EPT's associados/não aos parâmetros limnológicos que compõem o IQA, em rios urbanos, sejam ou não mananciais, e isso conduz ao objetivo, que é uma análise quantitativa das pesquisas científicas internacionais e nacionais, estas, regionalizadas, quanto ao uso dos EPT's e a relação deles com a qualidade da água.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 insetos

O termo “inseto” foi descrito pela primeira vez por Carolus Von Linnaeus (1707-1778), em 1735 com a publicação da obra *Systema Naturae*, conceituou como pequenos animais com pés;

espiráculos respiratórios ao longo do corpo, com uma carapaça de consistência óssea; antenas móveis que se projetam da cabeça. Os insetos constituem um dos maiores grupos de animais do mundo, e representa cerca de 60% de todas as espécies conhecidas dentre as quais cerca de 5,8% são de insetos aquáticos (CARVALHO et al., 2012).

De modo geral as ordens de insetos que são utilizadas como indicadoras da integridade dos ambientes aquáticos são: Diptera, Coleóptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Odonata e Hemíptera (BERNARDO; BRITTO, 2016). Para a subdivisão de espécies de insetos aquáticos, a base deve ser o grau de tolerância ao impacto causado no corpo hídrico. Desde 1923, que há uma divisão em três grupos: I – espécies mais ou menos tolerantes; II – espécies que preferem águas limpas e com correnteza; III – Membros desaparecidos na fauna de fundo (RICHARDS, 1925; 1929).

2.2 bioindicadores

Os bioindicadores foram primariamente estudados nos Estados Unidos, no rio Ilinoiss a partir da Forbes Investigações Limnológicas em 1870 que demonstrou o valor da fauna bentônica, mas o reconhecimento desses estudos só tiveram efetividade com as pesquisas realizadas por Rfuth Patrick, em 1948 (CAIRNS JÚNIOR; PRATT, 1993). Mas, uma classificação satisfatória de organismos como indicadores de enriquecimento orgânico depende de vários critérios (GAUFIN, 1958).

Os macroinvertebrados bioindicadores refletem 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 (STERZ; ROZA-GOMES; ROSSI, 2011).

Atualmente, os bioindicadores podem ser definidos como todos aqueles parâmetros biológicos, sejam quantitativos ou qualitativos, medido ao nível de indivíduo, população, guilda ou comunidade, e que é efetivamente suscetível para indicar condições ambientais particulares ue correspondam, quer a um estado estabelecido, quer a uma variação natural, quer a uma perturbação do meio (STOYANOVA et al., 2014)

Os bioindicadores são organismos cuja presença, abundância e condições, são indicativos de uma determinada condição ambiental, e pode ser correlacionado de forma simplificada ou resumida, a elementos naturais ou antrópicos com um potencial impacto ambiental, que pode ser utilizado como forma de avaliar a integridade ecológica de um ecossistema, porém os organismos aquáticos respondem às mudanças de habitat de maneira diferente, pois algumas ordens

(Trichoptera) de insetos são geralmente mais tolerantes ou mais sensíveis a uma série de distúrbios ambientais (AB HAMID; RAWI, 2014)

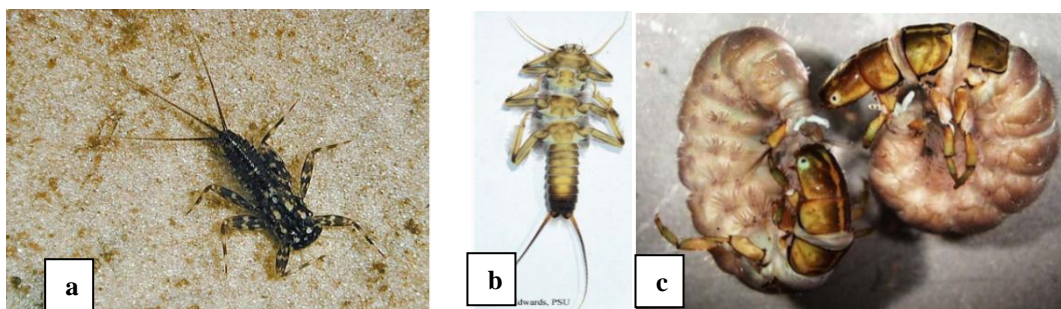
Consequentemente, um organismo utilizado como indicador biológico deve ser bem definido taxonomicamente, ter ampla distribuição geográfica, ser abundante, de fácil coleta, ter baixa variabilidade genética e ecológica, apresentar baixa mobilidade, dispor de características ecológicas bem conhecidas além de ter possibilidade de estudos em laboratório (OLIVEIRA et al., 2012).

Portanto, esse estudo deve permitir uma análise da comunidade do macro invertebrado para que se tenha uma abordagem confiável e econômica quanto ao monitoramento da qualidade da água porque (1) macroinvertebrados são muito sensíveis aos impactos ambientais; (2) são menos móveis que os peixes e não podem evitar descargas intermitentes e (3) são relativamente fáceis de amostrar e analisar (BODE; NOVAK; ABELE, 1991) .

2.3 os ept's

As ordens Ephemeroptera (Figura 1a), palavra derivada do Latim que significa “de um dia”, e *pteron* , asas Plecoptera (Figura 1b), (*Pleco* = entrelaçar; dobrar; *pteron* = asas) e Trichoptera (Figura 1c) (*Trichon* = pêlos; *pteron* = asas) têm chamado muita atenção pelo potencial que possuem como indicadores da qualidade hídrica e ambiental, pois, são sensíveis às interferências ambientais, de maneira que são considerados bons bioindicadores, especialmente da qualidade da água e da geologia que compõe o substrato do corpo hídrico (RHIGI-CAVALLARIO; SPIES; SIEGLOCK, 2010).

Figura 1 – a) Ephemeroptera; b) Plecoptera; c) Trichoptera.



Disponível em: <https://www.wpwa.org/documents/education/Biological%20sampling.pdf>

Os EPT's possuem estágios imaturos em ambientes aquáticos e fase adulta terrestre. Os mesmos podem viver em diferentes tipos de substrato, possuem uma ampla distribuição no ambiente. A fase aquática é a mais longa do ciclo de vida, alguns com várias gerações ao ano, com

alta capacidade reprodutiva e devido à sua abundância e papel nas cadeias tróficas aquáticas são fundamentais na ciclagem de nutrientes (CASTRO, 2016).

Quando imaturos, os EPTS, são organismos bênticos sensíveis à poluição, e têm sido amplamente usados como bioindicadores em programas de monitoramento ambiental. Entre os insetos aquáticos, essas ordens são especialmente bem representadas em fluxos de baixa e média ordem nos corpos hídricos (SOUSA; SOUTO; JACOBUCCI, 2014).

Nesse contexto, a presença dos EPT's em ambientes lóticos é de suma importância, pois se trata de um rico conjunto de Táxons. Vários fatores podem influenciar na distribuição de EPT, entre eles, os tipos de substratos (matéria alóctone, temperatura da água, perturbação do habitat e interações bióticas), a heterogeneidade de habitats, além da velocidade de correnteza e a disponibilidade de recursos tróficos. Logo, os insetos aquáticos apresentam características individuais que permitem, inclusive, mudanças fisiológicas quando na presença de metais pesados (CHAGAS et al., 2017).

2.4 ambientes loticos

Os ambientes lóticos de baixa ordem (situados geralmente a montante) possuem alta diversidade de insetos aquáticos, os quais são elementos fundamentais para a sua dinâmica ecológica, desempenhando um importante papel no ciclo de matéria orgânica e nas transferências energéticas. Nesses ambientes, a interação entre a precipitação e as características do canal pode levar à ocorrência de perturbações do substrato, com conseqüente carreamento dos organismos bentônicos (YOKOIAMA et al., 2012)

Em virtude das características multidimensionais desses sistemas lóticos, vários fatores podem influenciar na distribuição de insetos aquáticos, no entanto, merecem destaque as interações biológicas, geomorfológicas, tipos de substrato, temperatura, pH, condutividade, disponibilidade de alimentos, sazonalidade, heterogeneidade de habitats, relações com outras espécies, o estado de conservação da vegetação ripária, as alterações de integridade e complexidade do ambiente (CASTRO, 2016).

Além disso, os ambientes lóticos estão sujeitos a perturbações antropogênicas, como: poluição, turismo, pesca comercial, eutrofização, descarga de sedimentos e extração de areia, minérios (Urânio – U), efluentes domésticos, industriais, carga difusa urbana e agrícola, pois afeta de forma direta e indireta a biodiversidade deste ecossistema, entretanto, os organismos que neles habitam reagem a essas perturbações, principalmente os EPT's, que são fortes bioindicadores utilizados na mensuração da qualidade da água, pois baseiam-se nas respostas dos organismos em

relação ao meio onde vivem, de maneira que não haja prejuízos posteriormente (STOYANOVA et al., 2014)

Enfim, a degradação dos recursos aquáticos tem sido motivo de preocupação do homem nas últimas décadas. Por esta razão existe um crescente interesse por conhecer e proteger os ecossistemas fluviais e estudar suas trocas com o meio, desenvolvendo critérios físicos, químicos e biológicos que possibilitem diagnosticar o efeito e a magnitude das intervenções humanas (AMORIM:CASTILLO, 2009)

Qualidade Da Água

A degradação dos recursos naturais e a contaminação da água por fertilizantes, esgoto doméstico sem tratamento, crescimento da atividade agropecuária e a perda de sedimentos por meio do escoamento superficial têm afetado a qualidade da água, com graves consequências para o ambiente e a saúde pública. As consequências desses fatores são o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o curso d'água, que estão diretamente relacionados com relevo, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos (PRATTE-SANTOS; TERRA; AZEVEDO JÚNIOR, 2011).

O desenvolvimento simultâneo de técnicas de monitoramento ecológico em várias partes do país resultou na criação de diferentes índices. A variação e uso desses índices também depende do objetivo dos pesquisadores e do tipo de impacto que está sendo medido. Entre os vários métodos de avaliação da qualidade da água está a necessidade de métodos eficientes de custo e tempo que produzam rápida reviravolta nos resultados e possam avaliar uma ampla gama de qualidades da água. Isso levou ao uso de protocolos de rápida avaliação biológica (HAZELTON, 2003).

Os macroinvertebrados bentônicos indicam as mudanças de curto e longo prazo na qualidade do meio ambiente. Em geral, em um ambiente afetado por diferentes colaboradores, a avaliação da qualidade da água usando análises químicas e físicas não é possível. As espécies bêmicas reagem a um grupo de poluentes, incluindo aquelas com composições mais complexas. Os táxons individualmente indicaram mal as taxas de classificação, mas a combinação de taxa notavelmente melhorou as taxas de classificação (DUKA et al., 2017).

Os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos são um tema atual que ganha notoriedade, visto a importância dos recursos hídricos para processos industriais, agrícolas e urbanos. Uma baixa qualidade de água pode ser decorrente de várias atividades antrópicas como: a mineração, assoreamento dos rios, lançamento de efluentes sem tratamento, utilização de agrotóxicos, retirada da vegetação ripária (RESENDE; SANTOS; GONÇALVES JUNIOR, 2016),

Logo, a avaliação da qualidade da água, nas drenagens superficiais, pelos parâmetros físico-químicos e geoquímicos pode ser associada à utilização de bioindicadores como, por exemplo, as

ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Trata-se de uma observação e acompanhamento da espécie ou grupo indicador durante um intervalo de tempo, visando obter informações sobre a condição do ambiente e mudanças nas comunidades biológicas (PIMENTA et al., 2015; VIEIRA; ABREU, 2013)

3 METODOLOGIA

O método utilizado nessa pesquisa foi o dedutivo (PRODANOV; FREITAS, 2013), pois, parte duas premissas verdadeiras: (1). Os corpos hídricos são alterados pela ação antrópica; (2) a qualidade da água é um parâmetro a ser analisado para determinar possíveis alterações que podem ser associadas a quantificação dos EPT's, o que permite uma melhor qualificação da água.

A abordagem utilizada foi quantitativa (MATIAS-PEREIRA, 2016). Quantitativa porque gerou números sobre as pesquisas científicas já efetuadas a nível internacional e nacional. Qualitativa, pois, a partir da quantificação e análise estatística, buscou-se entender o porquê do não uso dos EPT's, no Brasil, como bioindicadores da qualidade de água. Em relação a natureza, a pesquisa classifica-se como básica (SAKAMOTO; SILVEIRA, 2014), uma vez que procura gerar conhecimentos sobre tal uso no Brasil e quais são as regiões que já tem conhecimento do uso de EPT's como auxiliar na qualidade da água em rios urbanos.

O levantamento dos dados documentais foi efetuado em periódicos nacionais e internacionais, indexados, com recorte temporal para os últimos 10 anos (2009 – 2018), além de quatro literaturas pioneiras (1925; 1929; 1958; 1993, 1996, 1998, 2003), a fim de selecionar literaturas mais atuais, e analisar de maneira mais eficiente a utilização de insetos aquáticos como bioindicador da qualidade da água. Quanto as bases para esse levantamento foram: *Science Eletronic Library Online* (SicELO); Coordenação de Pesquisa e Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES), *WebScience*, Google Scholar e SCOPUS.

Para a seleção das publicações, foram utilizados quatro pares de descritores: (1) insetos aquáticos e a qualidade da água; (2) EPT's em ambientes lóticos urbanos; (3) EPT's como bioindicadores da qualidade da água em rios urbanos e mananciais; (4) crescimento populacional e a expansão urbana versus a poluição dos rios urbanos.

Após a aplicação desses pares de descritores, utilizou-se como seleção final duas condições: (1) informações específicas sobre o(s) autor(es); (2) ano da publicação, *Digital Object Identifier* (DOI) e/ou *Internacional Standard Serial Number* (ISSN). Isso permitiu o descarte de publicações repetidas e cujo cerne da pesquisa não estivesse relacionado ao tema desse estudo. Após avaliação, os trabalhos que atenderam aos critérios de seleção e análise crítica foram utilizados para redigir essa pesquisa.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente com o uso da Estatística Descritiva a partir dos cálculos das frequências (absoluta, f_i ; relativa, $fr\%$) média aritmética (\bar{x}), desvio padrão (σ) e coeficiente de variação (CV %), com o uso de planilhas eletrônicas contidas no *software* Excel versão 2016.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 seleção da literatura

A Seleção da literatura ocorreu com a aplicação dos descritores e condições pré-definidas, o que totalizou 50 publicações, das quais, nove, são oriundas de pesquisas internacionais e, 42, das cinco regiões brasileiras onde as pesquisas ocorreram (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores para a frequência absoluta (f_i) e relativa ($fr\%$), média, desvio padrão e coeficiente de variação quanto a seleção da literatura nacional, por regiões, para o período analisado: 2009 – 2018 associado aos estudos pioneiros.

2009 a 2018									
SEL	I	N	R	NLC	f_i	fr	\bar{x}	σ	CV
						(%)			(%)
				CO	02	4,87			
				NE	05	12,19			
50	9 (18%)	41 (82%)	N	03	7,31	8,2	7,2	87,8	
				SE	19	46,34			
				S	12	29,26			

Fonte: autores, 2018.

Os limites adotados para a seleção deve-se a restrição que a pesquisa requer. O tema em análise, EPT's como indicadores da qualidade da água, necessita de atenção para que não se perca o potencial dela. Sobre o uso de descritores, Pereira e Galvão (2014), publicaram, em um artigo de revisão, que esse tipo de seletor pode ser adotado como limite para o campo em que se deseja localizar o termo. Eles também recomendam que se deve promover tal aplicação, a partir da combinação de componentes para refiná-la. Isso foi realizado na pesquisa realizada em Paragominas porque uniram-se termos como EPT's, qualidade da água, insetos aquáticos e ambientes lóticos urbanos, para o refinamento da literatura e composição dessa pesquisa.

Em relação a seleção das literaturas internacionais, os dados indicaram que, um (11,11) versa sobre qualidade água, todavia, não envolve o grupo EPT como indicador dessa qualidade. Oito (88,88%) arrolaram a presença, riqueza de espécies, famílias, gêneros e modo nutricional dos EPT's para qualificar o estado da água.

No estudo pioneiro realizado por Cairns Júnior e Pratt (1993) acerca do uso de monitoramento biológico com macroinvertebrados bentônicos, ele pôde aplicar a classificação antecipada com base nos estudos de Gaufin (1958) e Richardson (1925; 1929). Para Galfin, Ephemeroptera e Trichoptera são intolerantes a águas poluídas. Para Richardson, a presença dessas duas ordens, determina que as águas estão limpas.

Nessas análises, as pesquisas indicaram que a presença ou ausência aliada ou não a dinâmica populacional, já são parâmetros indicadores da qualidade da água, posto que, a ordem Trichoptera, não é tolerante a poluição hídrica, independente da gênese. Na análise de Richardson, a presença de Ephemeroptera e Trichoptera determinam águas limpas. Então, há que se estudar com mais profundidade tais qualificações com os parâmetros físico-químicos e os tipos de poluentes que adentram aos corpos hídricos.

Em Nova York, cidade de Chenango, Hazelton (2003) pesquisou o rio Guilford Creek, para determinar a qualidade da água, a partir da riqueza de famílias e gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Com base no protocolo estipulado por Bode, Novak e Abele (1991), para qualidade da água, e que associa três subamostras: 1 – 100; 101 – 200; 201 - 300 (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros associados para a qualidade da d'água a partir de Bode, Novak e Abele (1997).

Parâmetros da Base Comunidade	Base	Qualidade da água
I	Riqueza em EPT	<2, baixa; 2 – 5, média; 6 – 10, boa; > 10, excelente.
II	Índice Biótico	>40, baixa; 40 -59, média; 60-79, boa; >79, excelente
III	Percentual do Modelo de Afinidade	>35, baixa; 35-49, média; 50-64, boa; >64, excelente.

Elaborada a partir dos dados contidos em Hazelton, 2003.

Os dados obtidos indicaram que o grupo EPT representou 92% do total amostrado de artrópodes aquáticos, com a ordem Ephemeroptera constituiu 60% desse total. A partir desses dados, o autor aplicou o Índice Biótico para qualificar a água e comparou com os valores obtidos nas amostragens: amostragem 1 = 96,5%; amostragem 2 = 97,8; amostragem 3 = 98,6%. Com isso, a qualidade da água do rio Guilford Creek, foi considerada “excelente”.

Em ambas as pesquisas, a congruência quanto a possibilidade de classificação da qualidade da água é total. Além disso, a pesquisa realizada no rio Guilford Creek, utilizou de dados complementares para melhor adequação da classificação da água com base na presença e quantificação do grupo EPT. Logo, ambos apresentam razões suficientes para adequar a qualificação das águas a partir de tal grupo, mas, sem abandonar a análise físico-química.

Na Bulgária, a pesquisa realizada no rio Luda Reka, Stoyanova et al. (2014), os dados obtidos indicaram que o grupo EPT existente nesse corpo hídrico, foi capaz de indicar a presença de metais pesados advindos de uma mina abandonada de urânio (U). Nesse caso, os autores identificaram três Famílias da ordem Ephemeroptera: Bateidae, Nemouridae e Rhyacophilidae, ou seja, são tolerantes aos metais pesados.

Outro fato descrito por essa pesquisa sobre o grupo EPT, é a interferência das estações do ano sobre a presença/ausência deles. No verão e outono, houve prevalência de Ephemeroptera e Plecoptera que, nesse caso, foram tolerantes as mudanças climáticas, porém, a ordem Trichoptera foi sensível a essas sazonalidades e as elevações nos teores de Oxigênio Dissolvido (OD), já que não houve citação dessa ordem durante o verão e outono no rio Luda Reka.

No Zimbábue, Bere, Dalu e Mwedzi (2016), efetuaram estudos sobre o grupo EPT, e concluíram que Ephemeroptera e Trichoptera são sensíveis aos distúrbios causados por metais pesados como o Zinco (Zn), Cádmiio (Cd), Chumbo (Pb). Além disso, os parâmetros limnológicos como potencial Hidrogeniônico (pH), carbono orgânico dissolvido (COD), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) interferem na dinâmica populacional do grupo EPT. Aqui, a ordem não tolerante aos metais pesados e as modificações físico-químicas, foi a Plecoptera.

Então, a pesquisa realizada na Bulgária e o estudo efetuado no Zimbábue, indicaram as condições de tolerância ou sensibilidade ocorridas em corpos hídricos, sejam de forma natural ou antrópica e as respostas ambientais, a partir da presença de metais pesados ou por modificações físicas e químicas das águas onde se encontram, ou até as sazonalidades que agiram sobre os corpos hídricos, podem ser identificadas pela tríade de invertebrados (EPT's) objetos dessa pesquisa, o que os coloca como excelentes bioindicadores aquáticos.

Vale ressaltar que a incidência solar sobre a interface ar água no corpo hídrico, quando a turbidez é mínima, ocorre a absorção dos raios incidentes, e isso provoca elevação da temperatura

da água ou porque ocorreu um carreamento de matéria orgânica para o interior do rio, o que eleva a concentração de DBO e diminui o OD. Também é possível que a quantidade ou tipo de alimento ofertado nessas épocas não satisfaçam a ordem Trichoptera.

Ab Hamid e Rawi (2014; 2017) realizaram duas pesquisas na Reserva Florestal Jerai Gunung, na Malásia. Na primeira, em 2014, os pesquisadores identificaram o grupo EPT, quanto a função nutricional para estabelecimento de índices tróficos. A análise dos dados obtidos indicou cinco categorias para esse grupo: coletor-filtrador (CF); coletor-coletor (CG); predadores (P), raspadores (SC), e trituradores (SH). Vale ressaltar que o número de famílias para essa classificação foi similar entre Ephemeroptera e Trichoptera: oito para cada uma (Tabela 3).

Tabela 3 – Guildas tróficas e o número de Famílias Malásia.

Rios	Guildas tróficas				
	CF	CG	P	SC	SH
Ephemeroptera	(1)	(6)	(0)	(1)	(0)
Plecoptera	(0)	(0)	(1)	(0)	(2)
Trichoptera	(2)	(1)	(1)	(1)	(3)

Legendas: CF – Coletores-Filtradores; CG - Coletores-coletores; P- Predadores; SC – Trituradores; SH – raspadores.

Elaborada a partir da dados contidos em Ad Hamid e Rawi, 2014.

A classificação quanto a função nutricional pode identificar a água como poluída ou não, pois, haverá dependência da oferta nutricional, do substrato e do tipo de sedimento. Então, se o poluente/contaminante se fixar por atração de carga elétrica com o substrato, poderá decretar uma elevação nas famílias que se nutrem via raspagem. Os coletores filtradores, podem ser sensíveis a substâncias lipídicas (Ex.: Hidrocarbonetos) que podem decretar a falência dessa população. Logo, o grupo EPT, pode ser utilizado como indicador a partir do processo nutricional.

Na segunda, em 2017, o objeto principal dela, foram os três rios (Tupah, Batu Hampar e Terói) da mesma reserva. Neles, foram efetuadas 20 amostragens de EPT's imaturos, e amostras da água para análises dos parâmetros físico-químicos. Os dados obtidos e analisados indicaram que o rio Tupah, apresentou índice de riqueza igual a 28 taxa; Batu Hampar, 25 taxa e, Teori, 22 taxa.

Com base nesses dados, portanto em perspectiva biológica, o Índice de riqueza de Taxa, identifica a qualidade da água como “excelente”, ou seja, não há ocorrência de impactos. Ademais, esses dados também permitiram a constituição de um índice biológico com base na abundância e composição do grupo EPT imaturos para os três rios da Reserva Florestal (Tabela 4).

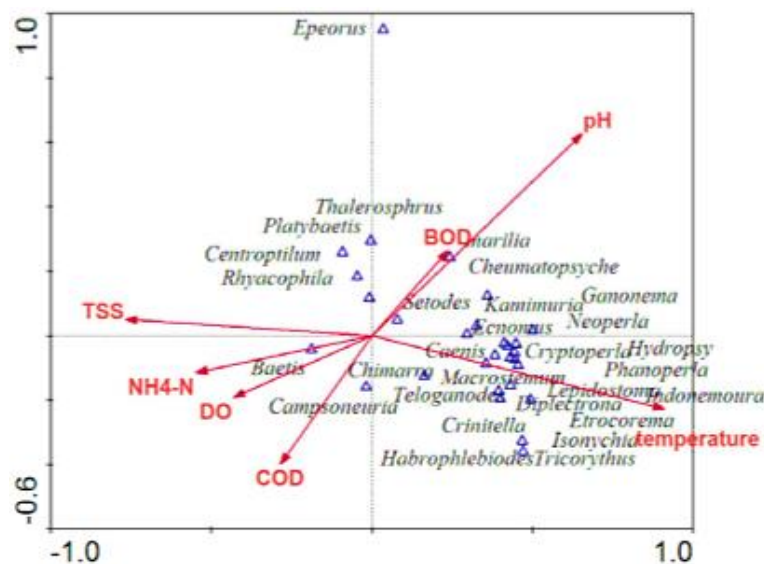
Tabela 4 - Avaliação da Qualidade da Água em função do Índice de Riqueza de Taxa.

Rios	ÍRT	IQA
Batu Hampar	25	Não impactado
Teroi	22	Não impactado
Tupah	28	Não impactado

Legendas: IRT: Índice de Riqueza de Taxa; IQA: Índice de Qualidade da Água. Elaborada a partir de dados contidos em Ad Hamid e Rawi, 2017.

Como houve amostragem de água, associou-se os dados obtidos com o índice de riqueza de Taxa aos parâmetros limnimétricos, onde a temperatura da água, é o mais influente sobre o grupo EPT, seja nas Famílias, gêneros ou espécies (Figura 2)

Figura 2 – Análise da Correlação Canônica entre os parâmetros limnológicos e o grupo EPT.



Legendas: pH: Potência Hidrogeniônica; BOD: Demanda Biológica de Oxigênio; COD: Carbono Orgânico Dissolvido; DO: Oxigênio Dissolvido; TSS: Sólidos Totais em Suspensão.

Fonte: Ab Hamid e Rawi, 2017

Os dados indicam que a maioria dos gêneros do grupo EPT, sofrem ação das tendências de elevação/diminuição da temperatura da água. Dois gêneros, podem ser sensíveis às modificações nas concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD), oxigênio dissolvido (OD) e amônia ($\text{NH}_4\text{-N}$). Isso poderá causar nitrificação anágua o que não é conveniente em ecossistemas aquáticos e se houve ausência do gênero *Baetis*, e *Campsomeuria*. As modificações do pH, podem ser indicados por sete gêneros (Ex.: *Ganenema*).

Portanto, o uso do grupo EPT, para indicações acerca das modificações nos parâmetros limnológicos, especialmente em regiões onde o saneamento básico é ausente o ineficiente, ou

ainda, onde os crimes ambientais ocorram, é importante que se façam associações desses parâmetros com o Biomonitoramento do grupo EPT.

Na Albânia, Duka et al. (2017), analisaram as águas de três rios: Osumi, Devolli e Shkumbini. Ela envolveu macroinvertebrados bentônicos (EPT) e dois parâmetros limnológicos químicos (nitrogênio e fósforo). Nos três rios, os pesquisadores, após a coleta e identificação dos indivíduos, aplicaram o índice Biótico (Tabela 5) e a Classificação Biológica da qualidade da água (Tabela 6).

Tabela 5 – Total de indivíduos presentes nos três rios analisados na Albânia.

Rivers Stations	Osumi			Devolli			Shkumbini		
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3
No. of individuals	1,751	1,933	1,862	688	1,660	1,121	1,256	3,032	1,703
No. of families	34	21	29	25	25	21	30	22	21
% e EPT	86.4%	63.5%	46.6%	74%	69%	74%	51%	23%	76.7%

Fonte: Duka et al., 2017.

Tabela 6 - Classificação biológica da água dos rios Shkumbini, Osumi e Devolli. Albânia.

No. of EPT families Classification		<2 (poor water quality) Class I	2-5 (fair water quality) Class II	6-10 (good water quality) Class III	>10 (excellent water quality) Class IV
Shkumbini	St. 1	—		8 families	—
	St. 2	—	4 families		—
	St. 3	—	5 families		—
Osumi	St.1			9 families	
	St. 2			6 families	
	St. 3			7 families	
Devolli	St.1			7 families	
	St. 2			8 families	
	St. 3		5 families		

Fonte: Duka et al., 2017.

Na análise dos dados, observa-se que a quantidade de famílias de EPT's, permitiu a classificação em apenas duas modalidades: “água de qualidade razoável” e “boa”. No rio Devolli, houve maior concentração de famílias, com exceção de S2, onde ocorreram apenas cinco famílias. A justificativa é a entrada de efluentes domésticos, pois, este ponto é próximo a área urbana de Berat, na estação 3, a redução foi justificada pelo alto grau de erosão que ocorre perto do rio Shkumbini.

Quanto ao fósforo total e nitrogênio total, as médias podem mostrar a relação com os dados da quantificação de famílias nos três rios (Tabela 7)

Tabela 7 – Valores para as médias de fosforo E Nitrogênio Total. Albânia.

Rios	Fósforo total (mg L⁻¹ 10⁻³)	Nitrogênio Total (µg/L)
Devolli	38,30	29,84
Shkumbini	62,02	42,94
Osumi	41,24	46,77

Elaboradas a partir de dados contidos em Duka et al., 2017

Na comparação desses dois parâmetros, o rio Devolli, apresenta baixas concentrações de fósforo total e Nitrogênio total, isso provocou baixa distribuição de famílias (5), na estação 2. Mas no rio Shkumbini, há risco de hiperfosfatação, então a distribuição de famílias na estação 1, é nula, e nas duas seguintes, é baixa (4 e 5 respectivamente). Então, as concentrações desses elementos químicos necessários ao metabolismo do grupo EPT, podem se comportar como fator limitante ou estimulante dessas ordens, além do alerta que elas podem proporcionar aos gestores dos recursos hídricos.

No Brasil, os dados obtidos para as literaturas científicas, indicaram que a região Centro Oeste, apesar da realização de pesquisas com EPT's, um (50%). Em Mato Grosso do Sul, por Rhigi-Cavallaro; Spies e Sieglock (2010), o estudo efetuado no Rio Miranda, não envolveu o grupo em análise com a qualidade da água. Porém, foram encontrados representantes dos EPT's. Os pesquisadores concluíram que há abundância da ordem Trichoptera, e maior riqueza para Ephemeroptera. Eles acreditam que essas presenças estão associadas ao material drenado para essa bacia: rochas calcárias, sedimentares e basálticas.

Em Formosa – GO, Pimenta et al. (2015), realizaram pesquisa quanto a ação do ciclo hidrológico sobre o grupo EPT's. Os dados obtidos indicaram que esse grupo é sensível as alterações nesse ciclo, ou seja, períodos sazonais chuvoso e seco, bem as concentrações de sedimentos. Com isso os invertebrados bentônicos são os mais sensíveis. Os autores indicaram as seguintes classificações, de acordo com as funções de bioindicadores: sensíveis ou intolerantes, tolerantes e resistentes.

Verifica-se então, a necessidade de mais pesquisas acerca da constituição rochosa de substratos componentes dos corpos hídricos para ampliar o estudo quanto a presença/ausência dos EPT's e associa-los a esse contexto. Além disso, se eles são influenciados pelo ciclo hidrológico, também o serão pelo material geológico componente do substrato do habitat e, quaisquer alterações, sejam naturais ou antrópicos, haverá resposta dos EPT's, o que os torna mais importantes como indicadores nos ecossistemas aquáticos

Para a região nordeste, a análise dos dados obtidos indicou que, das cinco literaturas científicas analisadas, quatro (80%), avaliaram aplicações de índices físico-químicos e/ou apenas utilizaram *softwares* ou estratégias matemáticas para o IQA. Apenas uma (20%), associou a Ordem Ephemeroptera a qualidade da água.

Essa pesquisa ocorreu em Sergipe e foi realizada por Oliveira et al. (2012), no rio Poxim Açú, São Cristóvão. Nela, foi concluído que a contaminação da água e os problemas de saúde, são estreitamente relacionados, isso porque a água pode ser utilizada para o abastecimento humano, produção de alimentos etc. Alertam também para o monitoramento das águas com a aplicação de bioindicadores e, dentre as cinco ordens utilizadas para a qualificação da água, que foi considerada “boa”, a Ephemeroptera foi uma das três mais abundantes (Hemiptera = 602 espécimes; Odonata = 428 espécimes; Ephemeroptera = 334 espécimes).

O alerta com a associação entre água contaminada e problemas de saúde, não é recente, mas, há urgência no aperfeiçoamento ou ajustes para os métodos de análises de qualidade da água no sentido de se agregar outros indicadores que apresentem maiores afinidades com as alterações físico-químicas nos rios e demais corpos hídricos, para que se tenha menor incidência de doenças veiculadas pela água. Portanto, o grupo EPT é um indicador biológico que podem auxiliar, de forma direta, no monitoramento da qualidade da água e redução na veiculação de microrganismos ao consumidor da mesma.

Os dados obtidos para a região Norte, indicaram que, das três literaturas selecionadas, duas (66,66%) associaram as três ordens à qualidade da água. Esses dois estudos foram realizados no estado do Maranhão por, Castro (2016) e Vieira e Abreu (2013) nos rios Itapecurú e Lamêgo, respectivamente.

No rio Itapecurú, a ordem Ephemeroptera apresentou maior riqueza (seis famílias e 25 gêneros), seguida da ordem Trichoptera (seis famílias, 13 gêneros) e a ordem Plecoptera com apenas uma família e um gênero. Nesse rio, dois parâmetros limnológicos (pH e profundidade), contribuíram para a distribuição dos Gêneros e famílias das três ordens. Nesse caso, a ordem Plecoptera foi considerada “não tolerante” (indicadora de acidez) às alterações dos dois parâmetros limnológicos analisados no rio Itapecurú, e as ordens Ephemeroptera e Trichoptera, são “tolerantes”, pois, quando presentes, indicam acidez.

Para o rio Lamêgo, houve registro de entrada de efluentes domésticos na nascente desse corpo hídrico, por urbanização da área do entorno do mesmo. Com isso, o Número Máximo Permitido (NMP) para coliformes fecais elevou-se (1600 NMP/100mL), com isso, a Família Bateidae, da ordem Ephemeroptera, obteve valor igual a 17, 7%, o que permitiu a classificação

dessas águas como “ruim”. Nesse caso, a ordem foi considerada “não tolerante” a presença de c. fecais, logo, identificadora de poluição em corpos hídricos.

Na comparação dos dois corpos hídricos, pode-se observar que os EPT's, podem indicar alterações, sejam poluição/contaminação dos corpos hídricos, inclusive por c. fecais, associados os parâmetros constitutivos do Índice de Qualidade da Água (IQA), com isso, pode-se promover uma maior certeza quanto ao monitoramento das águas regionais, nacionais e internacionais.

A análise dos dados obtidos, para a Região Sudeste, no período analisado (2009 a 2018), indicou que, das 15 literaturas científicas selecionadas, 12 (80%) versam sobre qualidade da água, todavia, não envolvem EPT's como indicadores; 3 (20%) deles associaram EPT's, seja presença, ausência, riqueza de espécies, equitabilidade ou ocorrência de famílias e gêneros distintos, com a condição e qualificação da água.

No estado de São Paulo, ocorreram três pesquisas em municípios distintos. Em Cubatão – SP, Amorim e Castillo (2009) realizaram pesquisa acerca da qualidade da água e a riqueza de espécies e abundância de EPT's. Os dados obtidos para o Índice biológico desse rio, permitiu a classificação das águas como “regular a muito ruim”, isso em face da existência tubulações oriundas das usinas implantadas as proximidades do rio Perequê. e as três ordens, em maior ou menor abundância, auxiliaram nessa classificação, além de participarem na composição e classificação do índice trófico.

No município de Timbuti, riacho Água Fria, localizado em uma Área de Preservação Ambiental (APA), Bernardo e Britto (2016), efetuaram estudo sobre a ação dos períodos sazonais (inverno e verão) e do dois micro-habitat (remanso e corredeira) sobre o grupo EPT (Tabela 8).

Tabela 8 – Quantificação dos indivíduos das três ordens analisadas no Riacho Água Fria. Timbuti – SP.

Ordem	Corredeira		Remanso		Captura
	Inverno (Estação seca)	Verão (Estação chuvosa)	Inverno (Estação seca)	Verão (estação chuvosa)	
Ephemeroptera	43	15	23	22	1
Plecoptera	29	75	0	10	2
Trichoptera	52	15	8	0	3

Legendas: 1 – correnteza moderada a forte; 2 – águas correntes; 3 – maioria na corredeira.

Elabora a partir dos dados contidos em Bernardo e Britto, 2016.

A ordem Plecoptera apresenta boa tolerância a correnteza durante o verão, mas na região de remanso, no inverno, tende a sofrer arrasto, logo, o número de indivíduos foi igual a zero. Trichoptera é sensível a área de remanso e ao período sazonal (verão). A ordem Ephemeroptera, apresenta alta tolerância tanto no período sazonal quanto na localidade.

Na pesquisa realizada em São Paulo (YOKOIAMA, et al., 2012), os dados obtidos indicaram que a elevação na taxa de precipitação sobre os EPT's, especialmente sobre o gênero *Lachlania*, ordem Ephemeroptera, que, nesse período, diminui a densidade populacional.

No Cerrado mineiro (SOUSA; SOUTO; JACOBUCCI, 2014) a pesquisa realizada indicou que a sazonalidade atua sobre a ordem Ephemeroptera e provoca redução na densidade populacional, especialmente na Família Bateidae, Gênero *Apobaetis*, pois, houve maior quantidade de espécimes no período seco, e em lagoas do que em veredas e florestas, quando comparado com o período chuvoso.

No rio Pandeiros – MG, Resende, Santos e Gonçalves Júnior (2016), efetuaram estudo e correlacionaram a presença de Ephemeroptera e Trichoptera nas águas desse rio, e concluíram que, devido a elevada abundância e porcentagem de Ephemeroptera (28%), Plecoptera (1%) e Trichoptera (7%), dentre outras variáveis, permitiu afirmar que o rio Pandeiros, apresenta elevados valores para o OD, nos trechos alto, médio e baixo associado a abundância de EPT's.

No Espírito Santo, a bacia do Rio Jucu, foi objeto de estudo (PRATTE-SANTOS; TERRA; AZEVEDO JÚNIOR, 2011). Nela, os pesquisadores associaram parâmetros limnológicos com parâmetros populacionais como: riqueza de espécies e abundância (Tabela 9)

Tabela 9 – Parâmetros limnológicos e o grupo EPT. Rio Pandeiros – MG.

Pontos	pH	Ce	T	EPH	PLE	TRI
1	7,2	43,9	22,4	3	0	7
2	7,0	45,2	23,7	6	0	7
3	6,8	58,0	23,0	10	0	14
4	6,7	48,1	23,0	4	0	32
5	6,3	67,5	23,9	0	0	1

Elaborada a partir de dados contidos em Pratte-Santos, Terra e Azevedo Júnior, 2011

Dos parâmetros limnológicos analisados, a condutividade elétrica, no ponto cinco, elevou-se. Isso pode ser efeito da ausência da precipitação porque a temperatura da água e o pH, não apresentaram variações significativas. Com isso, houve concentração de sais, o que provocou a não presença de Ephemeroptera e a redução de Trichoptera. Quanto a ordem Plecoptera, a ausência pode ser explicada pela não tolerância as variações ocorridas nos três parâmetros limnológicos analisados (pH, temperatura e condutividade elétrica).

Outra explicação, pode ser a oferta nutricional, pois, na pesquisa realizada por, ou ainda, pela oferta nutricional, pois, na pesquisa realizada por Ad Hamid e Rawi (2014), a ordem Plecoptera apresenta grupos funcionais que são predadores e trituradores.

Para a região Sul, a análise dos dados obtidos indicou que dos 13 artigos selecionados, 03 (23,07%) associaram o grupo EPT com a qualidade da água. Primeiro em Santa Catarina. Rodrigues, Teixeira e Campos (2007), efetuaram um estudo no rio Mãe Luiza, para verificar o grau de poluição causado por uma mineradora de carvão. E concluíram que a abundância e a riqueza de espécies são inversamente proporcionais ao grau de impacto advindo dessa poluição.

Em outro rio, o Capivari, no município de Modai, Sterz, Roza-Gomes e Rossi (2011), realizou uma pesquisa sobre a relação entre a microbiologia e o macroinvertebrados bentônicos. Os dados obtidos indicaram que as águas superficiais possuem alto índice de contaminação fecal (> 1000/100mL). Logo, o rio Capiravi, recebe grande volume de efluentes de áreas agrícolas. Com isso, foram encontrados apenas seis indivíduos: cinco (10,6%) Ephemeroptera; um (2,12%) Trichoptera, dentre os 47 insetos capturados.

No Rio Grande de Sul, em Erechim, Chagas et al. (2017) efetuaram um estudo nos dois rios (Leãozinho e Ligeirinho) que são utilizados para o abastecimento público. Para isso utilizaram um indicador biótico e análises laboratoriais dos parâmetros limnológicos do IQA. Os autores concluíram que a água do rio Leãozinho, foi considerada como duvidosa no ponto 1, e boa nos pontos 2 e 3 e 4. O rio Ligeirinho está aceitável apenas nos pontos 2 e 4, e boa nos pontos 2, 3. Nos pontos onde as águas foram consideradas como “boa”, houve abundância de organismos, riqueza de EPT, associado com nível baixos de DBO, logo, elevados de OD.

No Sul, novamente o uso associado do grupo EPT com parâmetros limnológicos permitiu a classificação de rios em altitudes diferentes, solos diferentes, vegetação diferente, mas o objeto central, a classificação quanto a qualidade das águas analisadas nas pesquisas ali realizadas. O que chamou a atenção, no Sul, foram os rios com funções de mananciais onde, um deles, ainda carece de mais esclarecimentos físico-químico e biológicos para uma classificação não mais duvidosa.

5 CONCLUSÃO

A nível internacional, as pesquisas sobre o Grupo EPT e a qualidade da água, já é uma realidade porque a associação para melhor monitoramento da qualidade da água, já está em uso e tem se mostrado efetiva. Logo, a associação quantidade com a qualidade é real.

A nível nacional, não há uma frequência mais elevada, porém, a pesquisa está direcionada para a identificação e distribuição espacial do grupo EPT e, em seguida, deverá iniciar pesquisas quanto a associação deste grupo com o estado físico-químico da água.

Regionalmente, o Sudeste apresenta maior número de pesquisas sobre a associação do grupo EPT com o monitoramento da qualidade da água. Na região Sul, nordeste, norte e centro-oestes, as pesquisas na relação EPT x qualidade da água ainda são poucas quando comparadas com a região sudeste.

REFERÊNCIAS

AB HAMID, S.; RAWI, C. S. M. Ecology of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) in Rivers of the Gunung Jerai Forest Reserve: Diversity and Distribution of Functional Feeding Groups. *Tropical Life Science Research*, v. 25, n.1, p. 61 – 73, 2014.

_____. Application of Aquatic Insects (Ephemeroptera, Plecoptera And Trichoptera) In Water Quality Assessment of Malaysian Headwater. *Tropical Life Science Research*, v. 28, n.1, p. 143 - 162 – 73, 2017.

AMORIM, A. C.F.; CASTILLO, A. R. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. *Biodiversidade Pampeana. Uruguaiana*, v. 7, n. 1, p. 16 – 22, fev. 2009.

BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; MUGNAI, R. Manual de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books. 2010.

BARBOSA, V. S. Ecologia de diatomáceas do reservatório Cabuçu, Guarulhos, SP-Guarulhos, qualidade da água, sazonalidade e correlação com parâmetros físicos e químicos. *Revista Geociências-UNG-Ser, Guarulhos*, v. 11, n. 1, p. 5-18, 2012.

BERNARDO, C. H.; BRITTO, Y. C. T. Comparação da macrofauna aquática em estação seca e chuvosa em um riacho da APA Tejuπά, em Timburi (SP). *Ciência et Praxis*. V. 9, n. 17, p. 37 – 43, 2016.

BODE, R. W., M.A. NOVAK, L. A. ABELE. Biological stream testing. NYS Department of Environmental Protection; Division of Water; Bureau of Monitoring and Assessment; Stream Biomonitoring Unit; Albany, NY.1991.

_____. Resolução CONAMA Nº 357 de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências." *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 18 mar.2005, Seção 1, p. 58-63.*

_____. Resolução CONAMA Nº 420 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 16 mai. 2011, Seção 1, p.89.*

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Ambiente & Água. Taubaté*, v. 9, n. 1, p. 130-148, jan./mar. 2014.

CALDEIRA, A. D; LEDA, R. L; MUGNAI, R. Caracterização da entomofauna aquática de um trecho do rio Taquara no Parque Natural Municipal da Taquara, Duque de Caxias. Saúde & Ambiente em Revista, Duque de Caxias, v. 8, n. 1, p. 9-18, 2013.

CAIRNS JÚNIOR, J.; PRATT, J. R. A history of Biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSEMBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. London: Champ & Hall, 1993, p. 10 -27.

CARVALHO C. J. B; RAFAEL, J. A; MELO, G. A. R.; CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos. 2012.

CASTRO, E. R. Efeitos ambientais na distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em tributários do rio Itapecuru, no leste maranhense. 2016. 92 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade, Ambiente e Saúde). Universidade Estadual do Maranhão. 2016.

CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BEINICK, G. B.; VARGAS, G. D. L. P.; HARTMANN, P. A. et al. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. Ambiente e Água. Taubaté, v. 12, n. 3, p.416-426, 2017.

CHUL, Y.; KIM, N. J.; KIM, S. U.; PARQUE, Y. S.; KONG, D. O et al. Spatial Distribution of Benthic Macroinvertebrate Assemblages in Relation to Environmental Variables in Korean Nationwide Streams. Water, v.8, n.27, p.1-20, 2016.

DIAS, F. S.; NASCIMENTO, J. P. A.; MENESES, J. M. Aplicação de macrófitas aquáticas para tratamento de efluente doméstico. Revista Ambiental, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 106 – 115, out. 2015 a jun.2016.

DUKA, S. et al. Biomonitoring of water quality of the Osumi, Devolli, and Shkumbini rivers through benthic macroinvertebrates and chemical parameters. Journal of Environmental Science and Health, Part A. v. 52, n. 5, p. 471 – 478, 2017.

GAUFIN, A. R. The effects of pollution on a midwestern stream. The Ohio Journal of Science v. 58, n.4, p. 197 – 208, jul. 1958.

GOUDIE, A. S. The human impact on the natural environment: past, present, and future. 7 ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 2013.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: INPA, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1000609/insetos-aquaticos-na-amazonia-brasileira-taxonomia-biologia-e-ecologia>. Acesso em: 18 set. 2018.

HAMID, A. S.; RAWI, M. S. Ecology of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) in Rivers of the Gunung Jerai Forest Reserve: Diversity and Distribution of Functional Feeding Groups. Tropical Life Sciences Research, Malaysia, v. 25, n. 1, p.61-73, ago. 2014.

HAZELTON, P. Analysis of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT) richness and diversity of Guilford Creek, Guilford, NY. 2003. Disponível em: <

[http://departments.oneonta.edu/academics/biofld/PUBS/ANNUAL/2003/\(200\)%20Plecoptera%20and%20trichoptera.pdf](http://departments.oneonta.edu/academics/biofld/PUBS/ANNUAL/2003/(200)%20Plecoptera%20and%20trichoptera.pdf)>. Acesso em 15 nov.2018.

KIM, T. W.; KIM, D.; BAEK, S. H.; KIM, Y. O. Human and riverine impacts on the dynamics of biogeochemical parameters in Kwangyang Bay, South Korea revealed by time-series data and multivariate statistics. *Marine Pollution Bulletin*, v. 90, n. 1-2, p. 304-311, 2015.

MATIAS-PEREIRA, J. Manual de metodologia da pesquisa científica. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MORAIS NETTO, V.; VARGAS, C. J.; SABOYA, T. R. Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. *Revista Brasileira de Gestão Urbana, Paraná*, v. 4, n. 2, p.261-282, 2012.

MUMFORD, L. A Cidade na História. São Paulo: Martins, 1998.

NOGUEIRA, D. S.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*, v. 101, n. 3, p. 173-180, set. 2011.

OLIVEIRA, A. V. S.; ARAUJO, C. C. A.; PEREIRA, T. P. B.; DANTAS, J. O. Biomonitoramento da qualidade de água no rio Poxim Açu, São Cristóvão, Sergipe. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. 7. 2012. Tocantins. Anais Eletrônicos. Disponível em: < <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/schedConf/presentations>>. Acesso em 17 nov.2018.

OLIVEIRA, M. B.; LAZARI, P. L.; HEPP L. U.; RESTELLO, R. M. Distribuição de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos com alto Uruguai Gaúcho. *Revista Perspectiva, Erechim*, v.41, n.153, p.135-146, 2017.

PACIENCIA, G. P.; FURTADO, C. H.; SOUZA, F. S. T.; SOUTO, A. W. P.; GAVA, A. P. A utilização dos macroinvertebrados aquáticos de riachos do município de Vilhena – RO na confecção de cartilhas de Educação Ambiental. *Revista Monografias Ambientais - Remoa*, v. 14, n. 1, p.176-182, 2015.

PASSOS, A. G. Bioindicadores de qualidade da água: uma ferramenta para perícia ambiental criminal. *Acta de Ciências e Saúde, São Paulo*, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2017.

PRATTE-SANTOS, R.; TERRA, V. R.; AZEVEDO JÚNIOR, R. R.; SÁ, F. S.; KIFFERE JÚNIOR, W. P. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados a macrófitas em um rio lótico neotropical, no Sudeste do Brasil. *Natureza on line*, v.9, n.2, p. 62-66, 2011

PEREIRA, M. G.; GALVÃO, T. F. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. *Epidemiologia e Serviço de Saúde, Brasília*, v. 23, n. 2, p. 360 -371, abr./ jun. 2014.

PIMENTA, S. M.; BOAVENTURA, G.S.; PEÑA, A. P.; RIBEIRO, T. G. Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science, Taubaté*, v. 11, n. 1, p.198-210, nov. 2015.

PRODANOV C. C.; FREITAS E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico: 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RESENDE, R. S.; SANTOS, A. M.; GONÇALVES JÚNIOR, J. F. Avaliação ambiental do rio Pandeiros utilizando macroinvertebrados como indicadores de qualidade da água. *Ecologia Austral*, n.22, p. 159 – 169, dic. 2012

REGISTER, R. Conceito de Cidade Ecológica busca evitar o Caos Urbano. *Desenvolvimento urbano e meio ambiente, Textos Escolhidos, Série cadernos Unilivre*, v.3, p.11-16, 1996.

RICHARDSON, R. E. Illinois River bottom fauna in 1923. *Bulletin of the Illinois Natural History Survey* n. 5, p. 391- 422. 1925.

_____. The bottom fauna of the Middle Illinois River 1913-1925. Its distribution, abundance, valuation and index value in the study of stream pollution. *Bulletin of the Illinois Natural History Survey*, v. 17, N. 12 n. p. 387 - 475. 1929.

RIGHI-CAVALLARO, K. O.; SPIES, M. R.; SIEGLOCH, A. E. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera assemblages in Miranda River basin. Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Revista Biota Neotropica*, São Paulo, v. 10, p. 1-8, jul. /out, 2010.

RODRIGUES, R. C.; TEIXEIRA, R. A; CAMPOS, L. A. Comunidade de insetos bentônicos em rio impactado por mineração de carvão em Treviso, Santa Catarina. *Tecnologia e Ambiente*, v. 13, p.1 – 14, 2007.

SAKAMOTO, C. K.; SILVEIRA I. O. *Como fazer projetos e Iniciação Científica*. São Paulo: Paulus, 2014.

SALLES F. F.; FERREIRA-JÚNIOR N. *Hábitat e Hábitos. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: INPA, 2014.

SILVA, A. G.; SOUZA, L. D. Efeitos antrópicos e sazonais na qualidade da água do Rio do Carmo. *Revista Holos*, v. 5, n. 29, p.122-136, 2013.

SOUSA, E. F.; SOUTO, R. M. G.; JACOBUCCI, G. B. Distribution and seasonal variation of Ephemeroptera, Plecoptera AND Trichoptera (Arthropoda: Insecta) in different aquatic Environment of a cerrado área, State of Minas Gerais, Brazil. *BioScience Journal, Uberlândia*, v. 30, n. 3, p. 879 – 890, may. /jul., 2014

STEZ, C.; ROZA-GOMES, M. F.; ROSSI, E. M. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondaí, SC. *Unoesc & Ciência. Joaçaba*, v. 2, n. 1, p. 7 – 16, jan. /jun. 2011.

STOAYNOVA, T et al. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera as indicator for ecological quality of the Luda Reka river, Souhwest, Bulgária. *Acta Zoologica. Bulgária*, v.66, n. 2, p. 255 – 260, 2014.

TELES, F. H. LINARES, M.S.; ROCHA, P.A.; RIBEIRO, A. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências, Juiz de Fora*, v. 15, n. 1-3, 2014.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2 ed. São Paulo: Navegar, 2003.

VIEIRA, D. S.; ABREU, M. M. Biomonitoramento do riacho do Lamêgo em Caxias (MA) através da determinação do Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera). Educação Ambiental em Ação, n.60. 2017. Disponível em: < <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2726>. Acesso em 15 nov. 2018.

WEI, J.; HE, X. The impacts of human activities on riverine sediment load: A case study of the Upper Yangtze River Basin. Geographical Research, v. 12, n. 3, p. 14, 2012.

YOKOYAMA E. E.; PACIENCIA, G. P.; BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L.G.; BISPO, P. C. A. A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil, Guarapuava. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, v.8, n.1, p.73-84.2012.

ZHENG, L. L.; LIU, B. L. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. *Procedia Environmental Sciences* v. 2 p. 1510–1524, 2010.