

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

BENTHIC MACROINVERTEBRATE WITHIN ENVIRONMENTAL IMPACTS

Erickson Jean Schwab

Graduado em Ciências Biológicas - Faculdade Guairacá. Pós Graduado em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável - Uninter.

RESUMO

Com procedimentos oriundos das atitudes humanas ocasionadas com o súbito crescimento populacional, tem-se desestabilizado o equilíbrio ambiental e acelerado cada vez mais a degradação dos ecossistemas, incluindo a destruição dos recursos hídricos. Com isso, temos conhecimento de como o homem é o principal responsável pela degradação do ambiente utilizando de fatores tanto biológicos como químicos e físicos que promovem grande preocupação em estabelecer e aumentar projetos de conservação para estes ambientes. Temos a água como elemento essencial para suprir boa parte das nossas necessidades, e com base neste contexto, o presente trabalho tem a importância de auxiliar na coleta e identificação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos que atuam como bioindicadores de qualidade da água, porque reagem de maneira diferenciada quando o ambiente em que vivem está alterado, alguns vivem somente em ambientes limpos, outros são tolerantes a certa quantidade de poluição e alguns só sobrevivem em ambientes com presença de matéria orgânica decomposta. Com a coleta e identificação realizada, exemplificar como será utilizado o BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) para avaliar a qualidade da água dos rios.

Palavras-chave: Macrofauna. Bioindicadores. Biodiversidade. Biomonitoramento.

ABSTRACT

Sudden population growth has caused an environmental unbalance as well as increased ecosystems degradation including hydric resources destruction. Thus, human beings are responsible for such environmental degradation due to chemical and physical aspects, which cause a great concern regarding the implementation and increase of conservation projects for such environments. Water is considered paramount to fulfill most human needs, thus the following paper tries to help to collect and identify benthic macroinvertebrate communities, which act like water quality bioindicators. They react differently when the environment they live in is altered. Some of them live only in clean environments, others tolerate some pollution, and some only survive in decomposed organic matter environments. After the collection and identification, it is possible to exemplify how the *Biological Monitoring Working Party* is going to be used to evaluate the quality of river waters.

Keywords: Macro fauna. Bioindicators. Biodiversity. Biomonitoring.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional o equilíbrio ambiental vem sendo desestabilizado através das atitudes do homem, que impõe uma pressão cada vez maior sobre o ambiente, acelerando a degradação desses ecossistemas (MORAES, JORDÃO, 2002).

A água é utilizada para suprir as necessidades humanas, em atividades agrícolas, industriais, pecuárias além da produção de alimentos e medicamentos, que são essenciais para a vida dos seres humanos (TRIGUEIRO, 2005 *apud* KUHNEN, *et al.*, 2009).

As ações humanas são as que mais degradam o sistema aquático, por este motivo em todo o mundo à preocupação com a qualidade dos recursos hídricos vem crescendo e os estudos nesta área também, com o objetivo principal de avaliar as condições atuais desses recursos. A destruição dos recursos hídricos tem aumentado a preocupação do homem em escala global, assim o interesse por conhecer e determinar metas de conservação também tem aumentado, portanto para ter conhecimento de como e quanto o homem está prejudicando o ambiente utiliza-se de parâmetros químicos, físicos e biológicos (NORRIS; HAKWINS, 2000 *apud* AMORIM; CASTILLO 2009).

O uso de forma errada do recurso aquáticos pode acarretar na degeneração do meio físico natural (PAZ *et al.*, 2000). Os processos de eutrofização ou de acidificação causam menos degradação a ecossistemas aquáticos do que alterações causadas por atividades humanas (ex. desmatamento para abertura de áreas para agricultura, pecuária e urbanização, poluição por efluentes domésticos e industriais, entre outros). O que altera a dinâmica natural de comunidades biológicas, diminuindo a qualidade da água e a biodiversidade aquática (MOLOZZI *et al.*, 2011, *apud* GOULART & CALLISTO, 2003).

Para que se obtenham melhores resultados da avaliação das condições físicas e biológicas, principalmente dos ambientes lóticos, se faz necessária à utilização de macroinvertebrados como bioindicadores, pois esses organismos reagem de diferentes maneiras às alterações no ambiente em que se localizam, alguns só são adaptados a viver em ambientes considerados saudáveis, limpos, outros são tolerantes e existem alguns que só sobrevivem na presença de matéria orgânica decomposta, as quais utilizam como alimento (SILVEIRA, 2004 *apud* PEIXOTO, 2008).

Lembrando que estes organismos apresentam baixa mobilidade, fazendo com que sofram os efeitos dos impactos antrópicos locais. As modificações estruturais do habitat e

a liberação de efluentes são fatores importantes e afetam diretamente a fauna de macroinvertebrados aquáticos. (BARBOUR *et al.*, 1996; BAPTISTA *et al.*, 2007).

Os ambientes de água doce, por estarem em constante mudança de temperatura e outros fatores, são muito instáveis e certamente habitados por uma fauna de macroinvertebrados muito especializada e única (BRUSCA *et al.*, 2007).

A comunidade bentônica compreende um amplo grupo que envolve desde os protozoários até os vertebrados, desempenhando um importante papel na dinâmica de nutrientes e fluxo de energia. Os organismos aquáticos e principalmente os invertebrados são os que melhor respondem às mudanças das condições ambientais. Vários estudos têm sido realizados utilizando este grupo como bioindicador da qualidade das águas de rios e lagos (SCHWAB, 2014).

Diante disto, o presente trabalho tem a importância de fornecer informações gerais sobre os macroinvertebrados e como esse grupo aquático pode ser utilizado como ferramenta de monitoramento biológico para avaliar o estado ecológico da água, em particular os utilizados em ecossistemas lóticos.

BIOINDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM RECURSOS HÍDRICOS

O rápido crescimento populacional e o desenvolvimento socioeconômico, exigindo maior demanda do recurso água, têm gerado conflitos quanto a sua disponibilidade, sua qualidade e seus usos. Para suprir as necessidades humanas, a água é utilizada em atividades agrícolas, industriais, pecuárias além da produção de alimentos e medicamentos, que são essenciais para a vida dos seres humanos (TRIGUEIRO, 2005 *apud* KUHNEN, 2009).

O ambiente aquático está constantemente exposto a um grande número de substâncias tóxicas lançadas no ambiente, oriundas de diversas fontes de emissão. A poluição dos recursos hídricos possui como principais fontes o lançamento de efluentes domésticos e industriais, o carreamento dos agrotóxicos e adubos provenientes da agricultura, a falta de tratamento dos resíduos sólidos, a águas pluviais das áreas urbanas e rurais, o que restringe o uso da água para o abastecimento humano, dessedentação de animais, industrial, irrigação, pesca, além de inviabilizar o seu uso para o lazer, o esporte e a recreação (Governo do Estado do Paraná, 2008).

A água sofre alterações em sua qualidade através do processo de evolução natural dos organismos biológicos que habitam o ambiente aquático e principalmente da ação antrópica. Tais alterações ocasionam a redução da biodiversidade aquática, desestruturando a macrofauna do ambiente, o que causa alteração na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas, sendo que o uso de bioindicadores (espécies, grupos de espécies ou comunidades) nos permite avaliar os efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição (CALLISTO *et al.*, 2001).

A utilização dos bioindicadores está constantemente crescendo na avaliação de impactos ambientais, impactos que são provocados pela má administração do ambiente de seus recursos e do seu entorno, os bioindicadores de um ambiente podem ser animais, plantas e microrganismos que interagem com o meio ambiente e apresentam modificações e informações que nos indicam a presença de poluentes e impactos na qualidade daquele ecossistema. (SOUZA, 2001).

O termo macroinvertebrados, refere-se a animais invertebrados (que não possuem vértebras) visíveis a olho nu, possuem dimensões superiores a 1mm (PEIXOTO, 2008, MUGNAI *et al.*, 2010). Geralmente habitam o fundo de rios, debaixo de pedras, nos caules de plantas aquáticas, por este motivo são chamados bentônicos (do grego: benthos = fundo) (CALLISTO *et al.*, 2001; MAENPAA *et al.*, 2003 *apud* COLPO *et al.*, 2009).

Indivíduos de diversas ordens constituem os macroinvertebrados bentônicos como os platelmintos, anelídeos, moluscos, crustáceos, e principalmente insetos. (MARGALEF, 1983).

As comunidades de macroinvertebrados aquáticos podem ser bentônicas ou nectônicas que representam elementos importantes na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, a distribuição da macrofauna de invertebrados é influenciada principalmente por padrões biogeográficos regionais e locais, por exemplo, a composição da vegetação, a profundidade da água do local que não pode ser muito fundo, a natureza química do substrato e a quantidade de substratos presente, a concentração de oxigênio e disponibilidade de alimento (QUEIROZ *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2005; HEINO, 2009).

Para outros pesquisadores a riqueza de espécies e comunidades de macroinvertebrados e sua densidade variam no tempo e no espaço como resultado da influência de fatores ambientais como a luz, a temperatura, o vento a velocidade da

correnteza, e também fatores bióticos como alimentação, predação e parasitismo (VANNOTE *et al.*, 1980; DINIZ-FILHO *et al.*, 1998; BAPTISTA *et al.*, 2001; BISPO *et al.*, 2006). Neste contexto, nos ambientes lóticos alguns fatores se tornam importantes para determinar a diversidade de macroinvertebrados aquáticos, como a heterogeneidade ambiental e as interações bióticas, o tamanho do riacho, as fontes que predominam a entrada de energia. Além disto, atualmente, as atividades humanas têm sido responsáveis pela redução da riqueza e pela modificação da composição faunística de macroinvertebrados aquáticos em ambientes lóticos (ROSENBERG & RESH, 1993; ZAMORA-MUÑOZ & ALBA-TERCEDOR, 1996; MOORE & PALMER, 2005).

O substrato é o meio físico sobre o qual os invertebrados aquáticos podem-se movimentar, descansar, procurar seu alimento, e encontrar abrigo contra os predadores, a força da correnteza ou de alterações ambientais. No substrato eles também constroem suas casas e depositam seus ovos. O substrato pode ser constituído por vários tipos de materiais podendo eles ser orgânicos ou inorgânicos, desde que sejam estáveis para que os insetos possam rastejar, se agarrar e se fixar no material. Os substratos orgânicos podem ser de origem alóctone, constituídos por galhos, capim e folhas, e podem ser também de origem autóctone, quando apresentam filamentos de algas, musgos, hidrófitas vasculares, ou ainda insetos aquáticos. Já os substratos inorgânicos são geralmente compostos por granitos ou então materiais sedimentares que estão soltos no ambiente, seu tamanho pode variar, desde o microscópico silte até os grandes seixos (RESH & ROSENBERG, 1984). Em geral, pedras grandes constituem um substrato mais complexo, com uma fauna de invertebrados mais diversificada. Quando ocorre a agregação de folhas no fundo de riachos é possível notar uma grande diversidade e abundância de invertebrados (ALLAN, 1995).

A areia é um hábitat relativamente pobre, com poucos espécimes de poucas espécies, possivelmente por ser um ambiente mais instável. Em geral, a diversidade e abundância aumentam com a estabilidade do substrato e a presença de detritos orgânicos (ALLAN, 1995).

A intensidade da correnteza do rio é outro fator que interfere na diversidade de invertebrados, pois durante o ano existem muitas variações conforme as estações, que modificam a natureza do substrato, alterando assim a estrutura das comunidades de

invertebrados (RIBEIRO & UIEDA 2005).

Os macroinvertebrados de água doce constituem um grupo diversificado de organismos que habitam tanto ambientes lênticos (reservatórios, lagos e lagoas) como lóticos (rios, riachos e córregos) (HAUER & RESH 1996).

Nos ambientes de água doce, por estarem em constante mudança de temperatura e outros fatores, são muito instáveis e certamente habitados por uma fauna de macroinvertebrados muito especializada e única (BRUSCA *et al.*, 2007).

Os macroinvertebrados aquáticos possuem uma grande diversidade ecológica, sendo que muitas espécies são altamente sensíveis às perturbações ambientais, enquanto outras são tolerantes aos diferentes impactos (ROSENBERG & RESH, 1993).

Por apresentarem baixa mobilidade estes organismos, acabam sofrendo, os efeitos dos impactos antrópicos locais. Portanto as modificações estruturais do habitat e a liberação de efluentes nos rios e ao seu entorno (diminuindo a qualidade da água) são fatores importantes que afetam diretamente a fauna de macroinvertebrados aquáticos. Por conta disto, estes organismos têm sido frequentemente utilizados na avaliação e biomonitoramento da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos (BARBOUR *et al.*, 1996; BAPTISTA *et al.*, 2007).

As comunidades de macroinvertebrados, nos ambientes lóticos estão representadas por numerosos filos, incluindo Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes. Muitas espécies estão associadas com a superfície do fundo do canal, sendo assim denominadas de fauna bentônica, ou coletivamente como macrozoobentos (HAUER & RESH 1996).

De acordo com Tundisi (1999), os invertebrados, são os que melhor respondem às mudanças das condições ambientais. Em ambientes que sofreram grandes impactos existem poucas espécies que podem exibir ótimo desenvolvimento e monitoramento de estações, e que podem identificar as consequências ambientais para a qualidade de água e saúde do ecossistema aquático. Além da utilização de macroinvertebrados no monitoramento da qualidade de ambientes aquáticos, outros seres vivos também são considerados bons indicadores, tais como a ictiofauna que também alteram a população dos macroinvertebrados por utilizarem esses organismos como alimento, a ictiofauna é representada por peixes sensíveis a mudanças no ambiente, muitas vezes sofrendo

mortalidade em massa, que é de fácil identificação (ARMITAGE, 1996 *apud* SILVEIRA, 2004) e as macroalgas, que são fotossintetizantes e sésseis, característica que as fazem sofrer diretamente com os impactos causados ao ambiente, como o lançamento de poluentes industriais diretamente no ecossistema aquático (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A qualidade de um corpo d'água é afetada por atividades humanas, tornando necessário entender de que maneira as comunidades de macroinvertebrados bentônicos reagem a essas alterações (CASTRO, 2006). Como os organismos são sensíveis a mudanças em seus habitats, é possível obter informações sobre as consequências das ações antrópicas utilizando as características do ambiente e das comunidades biológicas (CALLISTO *et al.*, 2003).

Como ocorrem interações entre organismos vivos e fatores abióticos, é importante que as condições do meio sejam favoráveis a sobrevivência e ao bom desenvolvimento dos seres que nele vivem, qualquer substância introduzida na água pode alterar sua qualidade, essas alterações podem ser desfavoráveis para a sobrevivência e desenvolvimento da comunidade biológica (TAVARES, 1994).

A ausência de organismos em determinadas localidades, fazia com que fossem classificadas como poluídas. Porém com o passar do tempo estudos comprovaram a existência de organismos tolerantes a poluição e eram também encontrados em áreas íntegras, o que fez com que a presença ou ausência desses organismos ganhasse grande valor em estudos posteriores (CAIRNS JR. & PRATT, 1993 *apud* BUSS *et al.*, 2003).

Quando a composição da comunidade de macroinvertebrados não puder ser identificada a nível taxonômico específico, pode-se utilizar de outra unidade ecológica, chamada de grupos tróficos funcionais (BARBOSA & GALDEAN, 1997 *apud* CALLISTO *et al.*, 2001). Dependendo da natureza do alimento e o modo de captura, pode-se levar em consideração algumas classificações muito comuns, como por exemplo: detritívoros, que alimentam-se matéria orgânica particulada grosseira, coletores de filtradores, coletores, coletores-filtradores, que se alimentam de partículas livres no substrato ou na água, raspadores que alimentam-se de material preso ao substrato, como algas, fragmentadores que alimentam-se de partículas maiores do que 1 mm, como folhas e predadores que alimentam-se de outros animais (SILVEIRA, 2004).

O conhecimento dos organismos aquáticos de uma área é de fundamental

importância, pois a presença ou ausência de certas espécies serve como indicador do “status” a longo prazo da qualidade de água, além de favorecer, através da manipulação da cadeia alimentar, a melhora da qualidade da água (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

Para que os recursos naturais estejam disponíveis por mais tempo é necessário adotar um método de preservação dos mesmos, este método é chamado de desenvolvimento sustentável, que é a utilização dos recursos naturais para a produção de bens de uma maneira que as gerações futuras também possam utilizar para seu consumo (MARTINS, 2000 *apud* GOULART *et al.*, 2003).

Os aspectos limnológicos de riachos brasileiros já foram muito estudados (NECCHI *et al.*, 2000 *apud* Peres *et al.*, 2008). Na maioria das vezes a preocupação está em diagnosticar a qualidade da água, levando em consideração parâmetros físicos, químicos e biológicos (STRIEDER *et al.*, 2006; *apud* PERES *et al.*, 2008). Porém, no estado do Paraná esses estudos de riachos e da natureza em geral são escassos (PERES *et al.*, 2008).

METODOLOGIA DE COLETA E PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

As amostras dos macroinvertebrados devem ser coletadas preferencialmente com o auxílio da Rede Amostradora Tipo Surber com diâmetro de 900 cm³, e malha de 250 micrômetros, sendo o mesmo direcionado contra a correnteza nos pontos de estudo. O material encontrado no fundo do rio deve ser revirado até que todo o material fique retido na rede. A coleta é realizada conforme Silveira (2004).

Após realizar as coletas, os materiais recolhidos devem ser armazenados em sacos plásticos, com solução em álcool etílico a 70%, sendo os mesmos fechados com um nó e acondicionados em baldes plásticos identificando com etiquetas as informações como: local de coleta, data e tipo de substrato.

O material coletado, em temperatura ambiente, deve ser encaminhado ao local de estudo, onde será realizada a lavagem, flutuação (pré-triagem), triagem e identificação do material coletado utilizando lupas e microscópio sempre que necessários. A identificação dos macroinvertebrados poderá ser realizada com auxílio de chaves dicotômicas. (SILVEIRA, M. P. *et al.* 2004)

Alguns passos são importantes na hora de separar e identificar os macroinvertebrados junto aos substratos, são eles:

- Lavagem de amostras.

O objetivo desta etapa é separar o material grosseiro (folhas grandes, galhos ocos, pedras) do material mais particulado, de modo a facilitar a triagem posterior dos macroinvertebrados em lupa.

a) Retira-se os substratos amostrados (folhas, pedras, galhos, perífíton, algas, areia) dos sacos plásticos e coloca-se em um sistema com duas peneiras metálicas acopladas (25 cm de diâmetro x 10 cm de altura cada uma), sendo que a de cima era revestida com uma malha superior à da rede do coletor Surber utilizado nas coletas (por exemplo, de 1 ou 2 mm) e abaixo, outra peneira com malha de mesmo tamanho daquela usada no coletor (250mm);

b) Uso da água corrente de pia para lavagem. É importante ressaltar que durante esta etapa, é preciso tomar muito cuidado para evitar a quebra dos organismos. Isto vale principalmente para efemerópteros, que são muito frágeis, podendo perder suas brânquias, as quais são muito importantes para a identificação taxonômica.

- Flutuação de organismos em solução com açúcar ou sal.

Após a lavagem, coloca-se o restante da amostra em bandejas plásticas translúcidas com capacidade para 3 litros, na qual já estava preparada uma solução supersaturada açúcar (Brandimarte & Anaya, 1998). A solução supersaturada com açúcar também pode ser usada para o mesmo fim. Neste caso, faz-se uma solução de 500 g de açúcar para 2 litros de água. Este procedimento tem como objetivo fazer os macroinvertebrados mais leves flutuarem, por serem menos densos do que a solução supersaturada. Outro objetivo da flutuação é facilitar e otimizar a triagem na lupa estereoscópica, pois os espécimes maiores e mais leves irão flutuar, enquanto que os mais pesados irão para o fundo da bandeja. Desse modo, a flutuação serve como uma pré-triagem dos organismos bentônicos. Para melhor visualização dos organismos na bandeja, pode-se utilizar uma caixa de madeira e vidro com lâmpadas fluorescentes. Vale observar que, no caso da presença de moluscos (gastrópodes ou bivalves) nas amostras este método não é indicado, pois a concha os fará irem para o fundo do recipiente.

O procedimento inicia-se com a adição da amostra na bandeja com a solução

supersaturada.

Os animais que flutuarem devem ser retirados com uma pinça cirúrgica ou de relojoeiro AA ou número 02 de aço inoxidável, e colocados em frascos de vidro transparente de 3 ml com álcool a 70% e etiquetados (etiquetas semelhantes às usadas nos sacos plásticos para coleta). Os vidros devem ser guardados em uma estante ou outro lugar de preferência em temperatura ambiente e agrupados de acordo com o ponto de coleta ao qual pertencem.

O restante da amostra (o que não flutuou e o restante do substrato lavado) será colocado em vidros maiores (de 500 ml aproximadamente) com álcool a 70% e etiquetados, e guardados em estantes ou armários à temperatura ambiente. Os vidros de 500 ml deverão ser etiquetados com a identificação do ponto de coleta, o tipo de substrato da amostra, o número de sua réplica e data da coleta.

- Triagem e identificação dos organismos:

A etapa da triagem final (na lupa estereoscópica) é a da identificação dos macroinvertebrados. Para esta primeira etapa de identificação, o nível de separação por ordens de macroinvertebrados é suficiente.

O restante da amostra e os organismos triados na etapa de flutuação podem ser examinados em uma lupa estereoscópica com aumento de até 45 vezes. A triagem e a identificação dos macroinvertebrados são feitas colocando-se um pouco da amostra, diluída em água comum ou álcool a 70%, em placas de Petri, e então os organismos foram ser coletados com uma pinça cirúrgica ou de relojoeiro número 02 tamanho AA de aço inoxidável. Este procedimento será realizado até que toda a amostra seja examinada. Os organismos pinçados são então colocados em pequenos frascos plásticos ou de vidro transparente de 3,0 ml etiquetados e conservados em álcool a 70%. Dentro destes vidros foi colocada uma etiqueta feita com papel vegetal, e a lápis pode ser escrito o ponto de coleta, a identificação da amostra (tipo de substrato, número da réplica) e a data. Ao final desta etapa, os espécimes estão prontos para serem separados por ordem de macroinvertebrados, nos vidros de 3 ml.

Por fim, os macroinvertebrados serão identificados até o menor nível taxonômico possível, com auxílio de chaves taxonômicas, livros ou artigos.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO RIO ATRAVÉS DO ÍNDICE BMWP

Realizado toda a parte de identificação das espécies coletadas, será utilizado o BMWP (Biological Monitoring Working Party) para avaliar a qualidade da água dos rios. Este índice ordena as famílias de macroinvertebrados aquáticos em nove grupos, seguindo um gradiente de menor a maior tolerância dos organismos quanto à poluição orgânica. A cada família se fez corresponder uma pontuação, que oscila de 10 a 1 de acordo com a tabela 1, sendo que as famílias mais sensíveis à contaminação recebem as pontuações maiores, chegando, em ordem decrescente, até um, onde estão aquelas mais tolerantes (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP 2003). O índice BMWP é disponibilizado pelo site da Secretária de Meio Ambiente em forma de artigo.

Tabela 1. Famílias de Macroinvertebrados e sua pontuação conforme o índice BMWP.

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae	10
Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae	
Aphelocheiridae	
Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae	
Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae	
Megapodagrionidae	
Athericidae, Blephariceridae	
Astacidae	
Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae	
Corduliidae, Libellulidae	
Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae	
Nemouridae, Gripopterygidae	
Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae	
Pyralidae, Psephenidae	
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae	
Hydroptilidae	
Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae	
Corophiidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae	
Platycnemididae, Coenagrionidae	
Leptohyphidae	7
Oligoneuridae, Polymitarcyidae	
Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae	
Hydropsychidae	
Tipulidae, Simuliidae	
Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	
Aeglidae	
Baetidae, Caenidae	
Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae	
Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae	
Anthomyiidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae	5
Sialidae, Corydalidae	

Piscicolidae	
Hydracarina	
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnoco- ridae), Plei- dae,	
Notonectidae, Corixidae, Veliidae	
Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae	
Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae	3
Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae	
Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae	
Asellidae, Ostracoda	
Chironomidae, Culicidae, Ephyridae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (toda a classe), Syrphidae	1

Já com as espécies identificadas monta-se, uma tabela com as famílias que ocorreram neste local e suas respectivas pontuações. Com a somatória desta pontuação, vai-se para a tabela 2 e se caracteriza a qualidade da água daquele trecho de rio.

Tabela 2. Classificação da Qualidade da Água.

CLASSE	QUALIDADE	VA- LOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	> 150	• Águas muito limpas (águas pristinas)	Lilás
II	BOA	121 - 150	• Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	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)	Ama- relo
VI	MUITO PO- LUÍDA	16 - 35	• Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	La- ranja
VII	FORTE- MENTE PO- LUÍDA	< 16	• Águas fortemente poluídas (sistema forte- mente alterado)	Verme- lho

METODOLOGIA

Neste estudo qualitativo foi realizada uma pesquisa bibliográfica com levantamento de dados a partir de várias literaturas relativas ao assunto em estudo no período de 1980 a

2011, artigos científicos publicados na internet possibilitaram que este trabalho tomasse forma para ser fundamentado.

Marconi e Lakatos (1992) descrevem a pesquisa bibliográfica como sendo o levantamento de toda a bibliografia já publicada, sendo ela em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Ela é o princípio de toda pesquisa e estudo, e tem como objetivo fazer com que pesquisador e todo material publicado existente, tenham contato direto, contribuindo para análise das pesquisas e manuseio de informações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de avaliação da qualidade da água dos rios com uso de macroinvertebrados, mostra-se eficiente para os resultados obtidos, o custo com realização do estudo é baixo já que não necessita de análises de água em laboratório, sendo necessária somente a coleta de invertebrados e a locomoção até o local.

O índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party) atribui pontuações baixas aos ambientes com as alterações provenientes de ações antrópicas.

Este trabalho tem a importância de cooperar no levantamento das espécies de macroinvertebrados bentônicos habitantes de um rio, fazendo a identificação e catalogação das famílias de macroinvertebrados responsáveis por indicar a qualidade das águas.

Para que se possam atingir resultados mais claros e objetivos, é interessante a continuidade desta análise e com intervalo de tempo maior e que seja possível observar as alterações durante os anos, podendo ajudar na conservação destas comunidades nestes ambientes.

É necessário dar mais atenção aos rios do entorno da cidade, observando as alterações ocorridas entre os intervalos de tempo, para que se possam criar maneiras de conservação, preservação e se necessário de recuperação para a recomposição da macrofauna.

Com base nestas constatações espera-se que o presente trabalho sirva de subsídio para estudos futuros sobre a qualidade da água e estimule o interesse das pessoas em explorar estes determinados assuntos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J.D. **Stream ecology. Structure and function of running waters.** Kluger Academic Press, London. 388 p, 1995.

AMERICAN BENTHOLOGICAL SOCIETY 15(3):332-352, 1996.

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.12, p.16- 22, 2009.

AZEVEDO, C. A. S. 2003. **Taxonomia e bionomia de imaturos de Megaloptera (Insecta) na Amazônia Central, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Entomologia, Manaus, Amazonas, INPA/UFAM, 159 p.

ARMITAGE, P. D. Prediction of biological responses. In: PETTS, G. E.; CALLOW, D. (Ed.). **River biota: diversity and dynamics.** London: Blackwell Science, 1996. p. 231-252

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. A multimetric index base on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro state, Brazil. **Hydrobiologia** 575 (1):83-94, 2007

BAPTISTA, D. F.; DORVILLE, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Spatial and temporal organization of aquatic insect assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Brazilian Journal of Biology** 61 (2): p 295-304 2001.

BARBOSA, P. M.; OBERDÁ, S.; MINGOT, S. A. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. In: **Biodiversidade, população e economia.** Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar: ECMXC: PADTC/CIAMB, 1997. p. 345-454.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; GRIFFITH, G. E.; FRYDENBORG, R.; MCCARRON, E.; WHITE, J. S. & BASTIAN, M. L. A Framework for Biological Criteria for Florida Streams Using Benthic Macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society** 15 (2):185-211, 1996.

BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. Proteção e manejo do Rio das Pedras: Relatos de experiências. Guarapuava: B&D Ltda, p. 1-134, 2004.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M. & SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology** 66 (2b): 611-622, 2006.

BRUSCA, R.C.; G. J. BRUSCA. Invertebrados. 2ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2007.

BUSS D. F.; BAPTISTA D. F.; NESSIMIAN J. L. Bases conceituais para a aplicação e biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 19 (2):465-473, 2003.

CAIRNS Jr., J. & PRATT, J. R., A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater Biomonitoring and Benthic**, New York: Chapman & Hall. 1993

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, p.71-82, 2001.

CALLISTO, M.; GOULART, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n.1, p.1-9, 2003.

CASTRO S. V. Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do alto rio das Velhas-MG. **Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG**. Belo Horizonte, p.1-110, 2006.

COLPO K. D.; BRASIL M. T.; CAMARGO B. V. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial. **Revista Ciência Rural**, vol.39 n.7 Santa Maria, 2009.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L. G. & SILVA, M. M. Explaining the beta diversity of aquatic insects in "cerrado" streams from Central Brazil using multiple Mantel Test. **Revista Brasileira de Biologia** 58 (2) 223-231, 1998.

GOULART, M.; CALLISTO, M.. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, Bacia Hidrográfica do Rio Jordão, **Fase 1 Diagnóstico**, 2008

HAUER, F.R.; V.H. RESH. Benthic Macroinvertebrates, p. 339-369. In: F.R. HAUER & G.A. LAMBERTI (Eds). **Methods in stream ecology**. San Diego, Academic Press, 674p, 1996.

HEINO, J. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. **Freshwater Reviews** 2(1):1-29. 2009

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP)- **Avaliação da Qualidade da Água Através dos Macroinvertebrados Bentônicos – Índice BMWP**, 2003

KUHNEN A.; IMPROTA R. L.; SILVEIRA S. M. Comportamento humano e recursos naturais: qualidade e disponibilidade da água avaliadas pelos usuários. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, vol.25 n.3 Brasília, 2009.

MÄENPÄÄ, K.A.; SORMUNEN, A. J.; KUKKONEN, J.V.K. Bioaccumulation and toxicity of sediment associated herbicides (ioxynil, pendimethalin and bentazone) in *Lumbriculus variegatus* (Oligochaeta) and *chironomus riparius* (Insecta). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.56, p.398-410, 2003.

MAGALHÃES, C. **Caracterização da comunidade de crustáceos decápodos do Pantanal. Mato Grosso de Sul, Brasil.** In: CHERNOFF, B.; ALONSO, L. E.; MONTAUBAULT, J. R.; LOURIVAL, R. (Eds.). *A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*, 2000.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Ediciones Omega S.A. Barcelona. 1983.

MARIANO, R.. & FROEHLICH, C.G. Ephemeroptera. In: Guia on-line: **Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Froehlich, C.G. (org.). 2007. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e Da Barra, P. E. do Rio Doce. **Revista Brasileira Biologia** 59(2): 203-210 1999.

MARTINS, P., Variações das Características Limnológicas em Diferentes Escalas de Espaço e Tempo em Rios do Litoral Sul Paulista. Trabalho de Formatura. Rio Claro. Unesp. 34p. 2000.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação da Qualidade da Água Através dos Macroinvertebrados Bentônicos – Índice BMWP.** Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/print.php?conteudo=91>. Acesso em 20/11/2015

MOLOZZI, J., FRANCA, J. S., ARAUJO, T. L. A., VIANA, T. H., HUGHES, R. M., and CALLISTO, M.. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. **Iheringia.** Série Zoologia 101, 191-199, 2011

MOORE, A. A.; PALMER M. A. Invertebrate biodiversity in agricultural and urban headwater streams: implications for conservation and management. **Ecological Applications** 15(4):1169-1177, 2005

MORAES, D.S.L; JORDÃO, B. Q.; Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana, **Revista Saúde Pública**, p. 370-374, 2002.

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**, 174 p, 2010.

NECCHI, O. Jr., BRANCO, C.C.Z. & BRANCO, L.H.Z.. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies*, 2000.

NORRIS, R.H., HAWKINS, C.P. Monitoring river health. *Hydrobiologia*. 2000.

OLIVEIRA, A.; MORGAN, F. L.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Inventário da fauna de insetos aquáticos na estação Ambiental de Peti (CEMIG). In: Silveira, F. ed. **Anais da ANEEL - projeto Peti/UFMG.** Belo Horizonte, EDUFMG. p. 25-30, 2005

OLIVEIRA, R.F. A Modelagem Evolutiva da Interação de Dinâmicas Populacionais de Algas Sujeitas à Efeitos Antrópicos: **Um Estudo de Campo. Biomatemática**, Campinas, v.21, n.1, p. 47–58, 2011.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PAZ V. P. DA S.; TEODORO R. E. F.; MENDONÇA F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PEIXOTO, M. M.– Qualidade Biológica da Água do Rio Cávado. **Dissertação de Mestrado em Hidrobiologia**. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal. 2008

PERES C. K.; PERES C. K.; KRUPPEK R. A.; BRANCO C. C. Z. Diagnóstico da qualidade da água do rio Cascavel, município de Guarapuava, Estado do Paraná. **Revista Ambientia**. Guarapuava, PR, v.4 n.1, p.25-35, 2008.

QUEIROZ, J. F.; STRIXINO, S. T.; NASCIMENTO, V. M. C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da Bacia do Médio São Francisco**. Comunicado Técnico - Embrapa Meio Ambiente, n.3. p4, 2000.

RESH, V.H.; D.M. ROSENBERG. **The ecology of aquatic insects**. New York, Praeger Publishers, 625p, 1984.

RIBEIRO,L.O; UIEDA,V.S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.22, n.3, p. 613-618, 2005.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. P. 488, 1993

RUPPERT, E. E., FOX, R. S., BARNES, R. D..**Zoologia dos Invertebrados**. 6ed. São Paulo: Roca, 1996.

RUPPERT, EDWARD E. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional – evolutiva** / Edward E. Ruppert, Richard S. Fox, Robert D. Barnes; [revisão científica Antonio Carlos Marques, coordenador e revisor da tradução]. São Paulo: Roca, 2005

SCHWAB, E. J. **Qualidade da Água e Macroinvertebrados Bentônicos Identificados No Parque do Rio Jordão, Guarapuava, PR**. 2014. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Faculdade Guairacá, Guarapuava, 2014.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos, **Comunicado Técnico** Jaguariúna, SP, 2004.

SILVEIRA, M.P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rio. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, SP 68p, 2004.

SOUZA, P.A.P. Importância do uso de bioindicadores de qualidade: o caso específico das águas. São Carlos, p.55-66, 2001

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. Gerenciamento da qualidade de águas de represas. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos. ILEC, p 280, 2000.

STRIEDER, M. N., RONCHI, L. H., STENERT, C., SCHERER, R. T. & NEISS, U. G.. **Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil**. Acta, 2006.

TAVARES L. H. S. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. Boletim Técnico do CAUNESP, n.1, Jaboticabal, p.1-70, **Revista Perspectiva**, v.34, n.125, p. 79-91, 1994.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. Aspectos climáticos de Guarapuava-PR. Guarapuava: UNICENTRO, p. 106, 2003.

TRIGUEIRO, A. **Mundo Sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Globo, 2005.

TUNDISI, T. M Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. 2 p. 41-54 In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios**. São Paulo: FAPESP/FUNDIBIO, 1999.

VANNOTE, R.L.; MINSHAL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.,; CUSHING, C.E, The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137. 1980

VIEIRA, I. M. **Bioecologia e pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) no baixo rio Amazonas** – AP. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2003.