

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

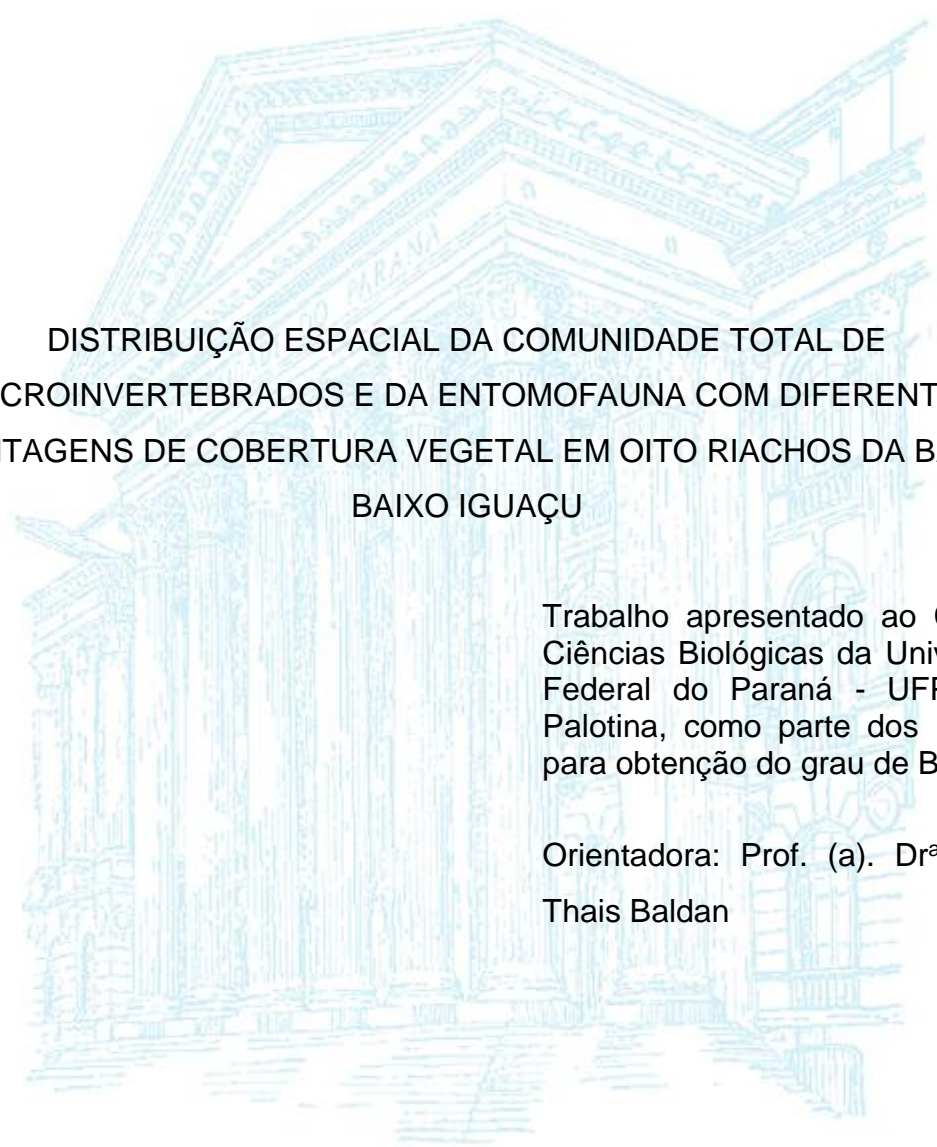
JAQUELINE CELANTE

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE TOTAL DE
MACROINVERTEBRADOS E DA ENTOMOFAUNA COM DIFERENTES
PORCENTAGENS DE COBERTURA VEGETAL EM OITO RIACHOS DA BACIA DO
BAIXO IGUAÇU

PALOTINA

2016

JAQUELINE CELANTE



DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE TOTAL DE
MACROINVERTEBRADOS E DA ENTOMOFAUNA COM DIFERENTES
PORCENTAGENS DE COBERTURA VEGETAL EM OITO RIACHOS DA BACIA DO
BAIXO IGUAÇU

Trabalho apresentado ao Curso de
Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná - UFPR Setor
Palotina, como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Biólogo.

Orientadora: Prof. (a). Dr^a. Lucíola
Thais Baldan

PALOTINA

2016

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio recebido até então, em especial a minha querida irmã Gizele Celante, a qual é uma grande fonte de inspiração seja na área acadêmica ou pessoal. Agradeço também à Antônio Raimundo Guimarães e Marinetti Ponzio de Oliveira Guimarães, pessoas que considero muito especiais e importantes em toda minha trajetória acadêmica.

À Anderson de Oliveira Guimarães por ser minha principal fonte de inspiração, agradeço pelo apoio emocional, financeiro, espiritual e de modo especial ao apoio acadêmico recebido.

Não há como não lembrar de agradecer aquelas pessoas, amigos, que estão sempre nos ouvindo e aconselhando sobre os mais diversos assuntos, nos fazendo rir e chorar. E claro tomando tereré, comendo pipoca e brigadeiro (Jéssica Castro, Sara Batista, Maria Paula Aguiar de Freitas, Priscila Soares de Oliveira, Maria Júlia Nedel Giacomnini, Larissa Petter e Moradores 568).

À todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica. Em especial à minha orientadora Lucíola Thais Baldan que me acolheu nesse último ano, me fazendo perceber o quanto era capaz, agradeço também por não ter medido esforços para que essa etapa fosse concluída.

Ao Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina, bem como todos os membros do mesmo em especial a Jessica Sabatini Ribeiro. À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - *Campus* Cascavel pela parceria desenvolvida para a realização desse projeto, em especial à professora Doutora Ana Tereza Bittencourt Guimarães e ao professor Doutor Luciano Lazzarini Wolff.

*“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele.
Por isso, o universo de cada um se resume no
tamanho do seu saber.”*

(Albert Einstein)

RESUMO

Existem muitos fatores que podem interferir na distribuição e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, como por exemplo, fatores físicos e químicos. Modificações nessas variáveis podem alterar toda a estrutura biológica existente no corpo de água. Através da comunidade aquática é possível compreender importantes processos ecológicos e obter respostas sobre a qualidade ambiental. O objetivo desse trabalho foi conhecer a estrutura e composição espacial da comunidade de macroinvertebrados em oito riachos na Bacia do Baixo Iguaçu, Paraná – Brasil, em diferentes níveis taxonômicos. A coleta do material biológico foi realizada em maio de 2016 em oito riachos de segunda e terceira ordem. A comunidade aquática foi coletada com o auxílio de Surber (30X30, 500µm) e fixadas em formol 5%, em laboratório, triado com caixas de luz e identificados em diferentes níveis taxonômicos. No total foram coletados 13.615 indivíduos e para a entomofauna 12.492 indivíduos. Os riachos Arquimedes, Jumelo, Manoel Gomes e Pedregulho apresentaram mais de 50% de vegetação, enquanto os riachos Bom Retiro, Nene, Paz e Tormenta apresentaram menos de 50 % de vegetação. O riacho Manoel Gomes apresentou os maiores valores de diversidade e riqueza e menores valores de abundância, o que pode ser explicado pela presença de cem por cento de cobertura vegetal nesse riacho. Já os riachos Arquimedes e Bom Retiro apresentaram menores valores de diversidade e os maiores valores de dominância, o que pode estar associado com a ação antrópica nesses ambientes. O aumento nas variáveis de OD, substrato grosso e pH, assim como a diminuição da temperatura apresentaram associação com a entomofauna, enquanto os substratos fino, folhiço e o aumento da temperatura, condutividade e sólidos totais apresentaram maior associação com a comunidade total. A relação dessas variáveis com a comunidade total e a entomofauna estão ligadas a questões biológicas dos táxons encontrados, pois na entomofauna ocorre a presença de muitos grupos sensíveis a diminuição do pH e temperatura, por exemplo. Enquanto na fauna total ocorre a presença de grupos mais tolerantes. Existe diferença na estrutura e composição na comunidade de macroinvertebrados nos oito riachos, assim como existe diferença entre a entomofauna e fauna total nos riachos. Maiores porcentagens de cobertura vegetal podem influenciar nos atributos ecológicos e nas variáveis físicas e químicas da água. Finalmente, para estudos de qualidade ambiental, o conhecimento da entomofauna presente nos corpos de água mostrou fornecer informações suficientes sobre o ambiente, sendo possível seu uso exclusivo; em contrapartida é importante ressaltar que o conhecimento da complexidade da comunidade e ecossistema deve ser feito com base na macrofauna total.

Palavras-Chave: Descritores ecológicos, variáveis físicas e químicas, entomofauna, qualidade ambiental, ambientes dulcícolas.

ABSTRACT

There are several factors that can interfere in the distribution and composition of the macroinvertebrates community. We can mention, for example, Physical and chemical factors. Modifications in these mentioned variables can alter all the biological structure that exists in the water body. It is possible to comprehend important ecological processes through the aquatic community and also to obtain answers regarding environmental quality. The aim of this work is to know the structure and the spatial composition of the macroinvertebrates community in eight streams in the Bacia do Baixo Iguaçu, Paraná – Brazil in different taxonomic levels. The sampling of the biological material was done in May of 2016 in eight streams of second and third order. The aquatic community was sampled with a Surber (30X30, 500µm) and fixed in 5% formal, and was sorted with light boxes and identified in different taxonomic levels. 13.615 individuals were collected in total and 12.492 individuals were entomofauna. The Arquimedes, Jumelo, Manoel Gomes and Pedregulho streams showed more than 50% of vegetation while the Bom Retiro, Nene, Paz and Tormenta streams showed less than 50% of vegetation. The Manoel Gomes stream showed the highest values of diversity and richness and the lower values of abundance, which can be explained by the presence of a hundred percent of vegetal coverage in this stream. The Arquimedes and Bom Retiro streams showed the lowest values of diversity and the highest values of dominance, which can be related to the anthropic action in these environments. The increase in the DO, thick substrate and pH, as well as the decrease in temperature showed association with the entomofauna, while the thin substrates, foliage and the increase in temperature, conductivity and total solids showed greater association with the total community. The relation of these variables with the total community and the entomofauna are related to biological factors of the found taxa, in the entomofauna there is the presence of several groups that are sensitive to the decrease of pH and temperature, as an example, while in the total fauna there is the presence of more tolerant groups. There is difference in the structure and composition of the macroinvertebrates community in the eight streams, and also there is difference between the entomofauna and the total fauna in the streams. Higher percentages of vegetal coverage can influence the ecological attributes and the physical and chemical variables of water. Finally, for environmental quality studies, the knowledge of the entomofauna in the water bodies already provides important information about the environment, it is possible its exclusive use; in contrast, it is important to emphasize that knowledge of the complexity of the community and ecosystem should be made based on the total macrofaunal.

Keywords: Ecological descriptors, physical and chemical variables, entomofauna, environmental quality, freshwater.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-------|
| TABELA 1. PORCENTAGEM DE VEGETAÇÃO, ÁREA RURAL E ÁREA URBANA EM CADA UM DOS OITO RIACHOS DA BACIA DO BAIXO IGUAÇU..... | 23 |
| TABELA 2. PORCENTAGEM DOS SUBSTRATOS GROSSO, FINO E FOLHIÇO DOS OITO RIACHOS DA BACIA DO BAIXO IGUAÇU..... | 24 |
| TABELA 3. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS OITO RIACHOS DA BACIA DO BAIXO IGUAÇU. VALORES E DESVIO PADRÃO DA TEMPERATURA (TEMP.), OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD), PH, CONDUTIVIDADE (COND.) E SÓLIDOS TOTAIS (S T)..... | 24 |
| TABELA 4: COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS PARA OS RIACHOS BOM RETIRO (B.R), ARQUIMEDES (ARQ.), MANOEL GOMES (M. G), JUMELO (J.), RIO DA PAZ (R.P), NENE (N.), PEDREGULHO (P), TORMENTA (T)..... | 26 |
| TABELA 5. VALORES DOS DESCRITORES ECOLÓGICOS DE CADA AMBIENTE ESTUDADO. ABUNDÂNCIA TOTAL (A.T.), ABUNDÂNCIA DA ENTOMOFAUNA (A. E.), RIQUEZA (R. T), RIQUEZA DA ENTOMOFAUNA (R. E.), DOMINÂNCIA TOTAL (D. T), DOMINÂNCIA DA ENTOMOFAUNA (D. E), EQUITABILIDADE TOTAL (E. T), EQUITABILIDADE DA ENTOMOFAUNA (E. E), DIVERSIDADE H` TOTAL (H`T.), DIVERSIDADE H` DA ENTOMOFAUNA (H` E)..... | 27-28 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. ÁREA DE COLETA NA BACIA DO BAIXO IGUAÇU NO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ, DESTACANDO OS RIOS AMOSTRADOS: 1- MANOEL GOMES, 2- JUMELO, 3- PEDREGULHO, 4- ARQUIMEDES, 5- PAZ, 6- NENE, 7- BOM RETIRO, 8- TORMENTAS.....19

FIGURA 2. VISUALIZAÇÃO DOS RIACHOS AMOSTRADOS. SENDO, 1=ARQUIMEDES, 2=BOM RETIRO, 3=JUMELO, 4=MANOEL GOMES, 5=NENE, 6=PAZ, 7=PEDREGULHO, 8=TORMENTA..... 20

FIGURA 3. SIMILARIDADE DE BRAY-CURTIS PARA A ENTOMOFAUNA NOS OITOS RIACHOS ESTUDADOS.

FIGURA 4. SIMILARIDADE DE BRAY-CURTIS PARA A FAUNA TOTAL NOS OITOS RIACHOS ESTUDADOS.

FIGURA 5. RELAÇÃO DOS DESCRITORES ECOLÓGICOS COMPARANDO A DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA E DE MACROINVERTEBRADOS TOTAIS COM OS DADOS ABIÓTICOS E TIPOS DE SUBSTRATO.....30

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 3 OBJETIVOS | 17 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL | 17 |
| 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO | 17 |
| 4 HIPÓTESES | 18 |
| 5 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 5.1 ÁREA DE ESTUDO | 19 |
| 5.2 MÉTRICAS AMBIENTAIS | 21 |
| 5.3 AMOSTRAGEM DO MATERIAL BIOLÓGICO | 21 |
| 5.4 ANÁLISE DE DADOS | 22 |
| 6 RESULTADOS | 23 |
| 6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES | 23 |
| 6.2 ATRIBUTOS ECOLÓGICOS | 25 |
| 6.3 RELAÇÃO Da diversidade dos riachos COM A CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES | 30 |
| 7 DISCUSSÃO | 31 |
| 8 CONCLUSÃO | 36 |
| 9 REFERÊNCIAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

As regiões tropicais abrigam uma grande diversidade de organismos, e os insetos aquáticos são considerados um dos grupos mais diversificados desse meio, no entanto a falta de estudos, principalmente taxonômicos e inventários de comunidades, faz com que o real número das espécies existentes não seja conhecido (OLIVEIRA; MORGAN; MORENO; CALLISTO, 2005). Juntamente com essa deficiência existem outros problemas que agravam ainda mais a falta de conhecimento sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos, um exemplo nítido é a presença humana (MORENO; CALLISTO, 2004).

As atividades desenvolvidas no decorrer dos complexos processos evolutivos humanos que se propõe a atender suas necessidades podem levar a sérios problemas ambientais, um exemplo observado é a exploração de recursos hídricos. Nesse caso, pode-se destacar o desmatamento para chegar aos ambientes aquáticos que desequilibram toda a comunidade, produção de alimento em meios aquáticos podendo ocorrer, mesmo que de forma acidental, a introdução de espécies exóticas, irrigação e por consequência contaminação do ambiente aquático pelo uso de agroquímicos (MARTINS; OLIVEIRA; SALCEDO, 2014).

Dessa forma modificações nos ecossistemas aquáticos são perceptíveis, a exemplo da diminuição da biota aquática, muitas vezes levando a extinção de organismos ainda não registrados, bem como a redução dos recursos alimentares, mudanças das variáveis químicas e físicas e diminuição da qualidade da água. Frente a essas mudanças alguns organismos da fauna aquática apresentam níveis de tolerância a determinadas condições ambientais, além da possibilidade do desenvolvimento de adaptações evolutivas. Em tais situações pode ocorrer a dominância de determinada população, alterando a estrutura e composição da comunidade dos organismos aquáticos (TERCEDOR, 1996; GOULART; CALLISTO, 2003; BATISTA; BARBOLA; KLOTH; MILLÉO, 2010).

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos é de extrema importância nos ecossistemas em que vivem, pois desempenham importantes papéis nesse meio. Esses organismos atuam em diferentes processos biológicos, metabólicos e ecológicos, apresentando diferentes exigências do ambiente e, por essa razão, podem

ser utilizados em programas de biomonitoramento. Visando a importância desses organismos aquáticos juntamente com os problemas decorrentes da falta de estudos e as alterações nos habitats em que vivem, é de grande importância o entendimento da estrutura e composição da fauna aquática, assim como entender as relações entre os organismos e também as interações desses organismos com o ecossistema (CALLISTO; ESTEVES, 1998; BUENO; BOND-BUCKUP; FERREIRA, 2003).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os macroinvertebrados, como o próprio nome sugere, são organismos com tamanho visível, maiores que 0,5 mm e que vivem em ambientes aquáticos (CUMMINS, 1975; HAUER; LAMBERTI, 2007). Estão distribuídos em diversos filos como, por exemplo, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca e Arthropoda, sendo este último grupo, o mais diverso e frequentemente encontrado em estudos de macroinvertebrados. O referido grupo está representado pelas ordens Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Neuroptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera. As ordens Ephemeroptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera restringem-se na fase imatura a ambientes aquáticos, enquanto que as demais ordens nesta fase também podem viver em meio terrestre (HAUER; RESH, 2006; HERSHEY *et al.*, 2010).

De modo geral, os macroinvertebrados vivem tanto em ambientes lênticos (lagos e lagoas) quanto em ambientes lóticos (córregos, riachos e rios) (MERRIT; CUMMINS, 1996). Estes ambientes se diferenciam pelo fluxo e tempo de permanência da água (ESTEVES, 1998). Para a sobrevivência e distribuição dos macroinvertebrados aquáticos em qualquer um desses ambientes existem fatores que são considerados determinantes como, por exemplo, a condutividade elétrica, velocidade da correnteza, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura, pH (potencial hidrogeniônico), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, matéria orgânica, e concentração de elementos químicos (nitrito, nitrato, amônia, fósforo, metais pesados e outros) (RESH; ROSENBERG, 1984; CALLISTO; ESTEVES, 1998; SILVEIRA, 2004).

Devido à grande importância da velocidade da correnteza nesses meios, principalmente em ambientes lóticos, é necessário que alguns pontos sejam abordados. A velocidade de correnteza possui variações nas diferentes estações do ano, assim como nos diferentes trechos dos rios (superior, médio e inferior). A velocidade da correnteza age também sobre o tamanho das partículas do substrato e a quantidade de sedimentos em suspensão, influencia na remoção e distribuição dos nutrientes, interações ecológicas, assim como na remoção dos organismos de seus habitats, atingindo seus processos de colonização (ALLAN, 1995; MADSEN *at. al.*, 2001; OPSAHL; WELLNITZ; POFF, 2003).

Outro ponto importante que está relacionado com as demais características já citadas, e que também deve ser considerado na distribuição e sobrevivência dos macroinvertebrados, é o tipo de substrato ou microhábitats em que se encontram. Diferentes substratos podem estar presentes nos ambientes lóticos e lênticos (CARVALHO, 2004; NEGRI, 2013). Allan (1995) divide os substratos em orgânico e inorgânico. Este último é separado conforme o tamanho da partícula, tais como, pedras, pedregulhos, cascalhos, seixos, areias e siltes. O substrato orgânico pode ser proveniente do meio externo ao ambiente aquoso (troncos, galhos, folhas, vegetação em geral e insetos) ou do meio interno (filamentos de alga, de musgos e insetos aquáticos). Tanto o substrato orgânico quanto o inorgânico podem proporcionar abrigo, alimento e proteção a fauna de macroinvertebrados. As condições mencionadas podem determinar a diversidade e abundância dos organismos (CARVALHO, 2004; NEGRI, 2013), ou seja, diferentes substratos podem abrigar riquezas e diversidades diferentes.

A presença de diferentes macroinvertebrados em determinados habitats também está relacionada com fatores adaptativos de cada espécie. Em determinadas situações relacionadas à competição, predação e as alterações no ambiente (secas, enchentes, temperaturas letais) a macrofauna aquática, por consequência, desencadeia mudanças morfológicas, ou seja, adaptações dos indivíduos ao meio (MERRIT; CUMMINS, 1996).

A velocidade da correnteza, por exemplo, exerce pressão adaptativa sobre diversos organismos aquáticos, provocando mudanças morfológicas, tais como presença de secreções pegajosas, seda, ventosas e ganchos. Em larvas Blephariceridae, família de Diptera, ocorre a presença de ventosas ventrais, o que permite que esses animais possam se deslocar sobre rochas lisas e em fortes correntezas. Outro exemplo pode ser observado nas larvas de Simuliidae (Diptera), também conhecidos como *borrachudos*, as quais possuem ganchos direcionados para fora nas falsas patas anteriores e posteriores, cuja finalidade é auxiliar na aderência bem como no movimento, além de usarem fios de seda para sua fixação (ALLAN, 1995).

Merrit e Cummins (1996) citam adaptações em adultos de Ephemeroptera e Plecoptera, que apresentam suas pernas projetadas lateralmente, diminuindo a dificuldade de andar e aumentam a fricção com o substrato. Como mencionado por Allan (1995), essas mudanças no corpo podem ser adaptações ao movimento da

corrente de água para evitar que sejam arrastados pela mesma. O autor cita que organismos como *Rhithrogena* e *Baetis*, ambos pertencentes à ordem Ephemeroptera, que possuem o corpo achatado dorsoventralmente para se esquivar e se manter contra a força da correnteza. Já os organismos com essa mesma forma de corpo encontrados em ambientes lênticos estão relacionados com outro tipo de habitat, tendo como exemplos aqueles que vivem abaixo de pedras.

Em alguns Diptera (*Culex pipiens*) ocorre a presença de brânquias retais maiores, as quais são responsáveis pela osmorregulação do corpo, nesse caso, aumentando a área superficial para absorção de sais (íons de cloreto). Em Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera além da presença das brânquias retais ocorre também a presença das papilas anais, ambas facilitam a captura de íons do meio externo. No gênero *Callibaetis* sp. (Ephemeroptera) a quantidade de células relacionadas a absorção diminui conforme aumenta a salinidade do meio, decorrente principalmente da diminuição das águas em lagoas (MERRIT; CUMMINS, 1996).

Merrit e Cummins (1996) ainda apontam que em regiões como o ártico, onde a temperatura é considerada muito baixa, as larvas de Chironomidae, para completar seu ciclo de vida, hibernam em casulos robustos até que surjam condições adequadas de temperatura e alimentação para continuar seu desenvolvimento.

É notável a grande complexidade envolvendo a comunidade dos macroinvertebrados. Por meio dos estudos desses organismos é possível chegar a importantes perguntas e respostas sobre os aspectos que envolvem o funcionamento biológico, metabólico e ecológico da macrofauna aquática e do ecossistema em que vivem, por exemplo, estrutura e composição da macrofauna aquática, fatores que influenciam sua sobrevivência, dinâmica de nutrientes, transformação da matéria e fluxo de energia, entre outros (CALLISTO; ESTEVES, 1998; PAULA, 2008).

A dinâmica de nutrientes, transformação da matéria e fluxo de energia são importantes papéis desempenhados pela comunidade dos macroinvertebrados aquáticos. Esta abordagem requer conhecimentos sobre os diferentes grupos funcionais existentes na macrofauna aquática. Existem grupos funcionais básicos em macroinvertebrados, sendo um deles subdividido, 1- fragmentadores (trituradores), 2- raspadores (pastadores), 3- predadores e os 4-coletores, este está dividido em 4.1-coletores-catadores ou também chamado de coletores-agregadores e 4.2 coletores-filtradores (RESH; ROSENBERG, 1984; ALLAN, 1995). Os fragmentadores são organismos que se alimentam de matéria orgânica particulada grossa, por exemplo,

material em decomposição como madeira, serrapilheira e tecidos vivos de macrófitas. Este grupo está representado por diversas famílias de Trichoptera, Plecoptera, Crustacea e também por algumas espécies de Diptera. Os raspadores fazem a remoção de perífiton fixo principalmente em diatomáceas, estão inclusos nesse grupo algumas famílias de Ephemeroptera e Trichoptera e algumas espécies de Diptera, Lepidoptera e Coleoptera. No grupo dos predadores ocorre a presença de Odonata, Megaloptera e alguns Plecoptera, Trichoptera, Diptera e Coleoptera, esses macroinvertebrados se alimentam de animais vivos. Os coletores-catadores comem organismos da microbiota, principalmente as bactérias e matéria orgânica particulada fina do sedimento, tendo muitos Ephemeropteras, Chironomidae e Ceratopogonidae presentes neste grupo funcional. Os coletores-filtradores se alimentam de matéria orgânica particulada em suspensão, bactérias, fungos e perífiton da coluna da água, este grupo funcional está representado por alguns Ephemeroptera, Trichoptera e Diptera, como Simuliidae. (RESH; ROSENBERG, 1984; ALLAN, 1995, ESTEVES, 1998).

Vannote *et al.* (1980), na teoria do rio contínuo, faz referências sobre a distribuição dos grupos funcionais em rios da região temperada. Para ele existe uma variação gradativa das variáveis ecológicas da nascente (cabeceira) à foz (trecho inferior), logo, essas variações também implicam na presença de diferentes grupos funcionais nos diferentes trechos dos rios. Por exemplo, nos trechos superiores ocorre a dominância dos organismos fragmentadores seguida pelos coletores, no trecho médio a predominância dos organismos coletores e raspadores e no trecho inferior, os coletores filtradores.

Entender o funcionamento dos diferentes grupos funcionais facilita a compreensão das interações entre grupos funcionais e a interação desses grupos com o ambiente. A matéria assimilada por grupos funcionais específicos pode ser convertida em biomassa para consumo de outros macroinvertebrados aquáticos, assim como a fragmentação da matéria orgânica pode auxiliar no processo de decomposição. O biorrevolvimento é outro processo de grande importância realizado pela macrofauna aquática, que libera nutrientes presente no sedimento para a coluna de água, auxiliando na ciclagem de nutrientes (ALLAN, 1995; ESTEVES, 1998).

A importância dos macroinvertebrados aquáticos não se restringe apenas aos processos funcionais desempenhados no ambiente em que vivem. Por meio desses organismos ainda é possível obter respostas sobre a qualidade da água através de

técnicas de programas de biomonitoramento. Devido a invasão do homem de modo desordenado no ambiente por busca de recursos naturais para sustentar a economia e seus próprios interesses, muitos desses ambientes sofreram e ainda sofrem as consequências de tais atitudes. Um exemplo aplicável para tal feito é o crescimento sem planejamento das cidades e a aproximação da agricultura e pecuária aos ambientes aquáticos. Nas cidades, efluentes domésticos e industriais são despejados nos rios sem qualquer tratamento, no meio rural o desmatamento (descumprimento da Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012) das matas ripárias sem nenhum controle gera danos sérios aos solos e aos rios. Os rios são utilizados também como fontes de abastecimento e lavatórios de tanques de veneno. Em meio a esses e muitos outros problemas, programas de biomonitoramento buscam avaliar a qualidade de águas através do uso dos macroinvertebrados, pois esses respondem as variações decorrentes das mudanças no ambiente em vivem (GOULART; CALLISTO, 2003; Lei Nº 12.651, DE 25 MAIO DE 2012).

A utilização do biomonitoramento para avaliar a qualidade de água traz respostas mais confiáveis e rápidas do que apenas a utilização de parâmetros químicos e físicos. O monitoramento biológico pode ser realizado por meio do uso de diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos. Nessas técnicas é importante que seja levado em consideração as alterações na riqueza das espécies, índices de diversidade, toxicidade, dominância de indivíduos resistentes, produtividade primária e secundária assim como a perda de espécies sensíveis (BARBOUR *et al.*, 1999; CALLISTO; GONÇALVES JR; MORENO, 2002; BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003; GOULART; CALLISTO, 2003; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008).

Alguns dos índices biológicos usados para o biomonitoramento são RIVPACS (River invertebrate prediction and classification system), AusRivas (Australian river assessment scheme), IBI (Integrated biotic index), TBI (Trent biotic index), BBI (Belgium biotic index), SCI (Sequential Comparision Index), EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), BMWP (Biological Monitoring Working Party System) e muitos outros. O índice saprobiótico (que busca avaliar a quantidade de matéria orgânica na água) e o BMWP é um dos mais estudados até então, criado nos anos 1980 e 1981 na Inglaterra. Este índice consiste na atribuição de valores que variam de 1 a 10 para macroinvertebrados sensíveis a poluição. O índice exige a identificação taxonômica apenas em nível de família. Quanto mais alta for a poluição do ambiente

e mais sensível for a família da fauna aquática maior será o valor atribuído, já famílias mais tolerantes à poluição recebem valores mais baixos. Loyola (2000) criou uma adaptação ao BMWP para rios do estado do Paraná, o modelo do BMWP` amplamente utilizado (IAP, 2000; BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003; GOULART; CALLISTO, 2003; SILVA *et al.*, 2007; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; FERREIRA; PAIVA; CALLISTO, 2009).

O índice EPT é referente as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Este índice também é bastante conhecido e leva em consideração a porcentagem dessas ordens em comparação ao tamanho da amostra, ou a comparação dessas ordens em relação a táxons específicos. Quanto maior for a porcentagem dos EPTs melhor será a qualidade da água, pois esses organismos são sensíveis a diferentes tipos de contaminações. O índice EPT é recomendado principalmente em projetos que necessitam uma simples e rápida avaliação do ambiente (BARBOUR *et al.*, 1999; SILVEIRA, 2004; BISPO; OLIVEIRA, 2007).

Segundo Wink, *et al.* 2005 a taxonomia é muito relevante em estudos de qualidade ambiental, pois com ela é possível o conhecimento sobre os potenciais grupos bioindicadores. Johnson; Wiederholm e Rosenberg, (1993) também abordam que os grupos utilizados como indicadores de qualidades de água devem ser muito bem definidos taxonomicamente. Especificamente os insetos aquáticos, os quais demonstram maior sensibilidade à poluição e as mudanças no hábitat em que vivem.

No Brasil os números referentes a quantidades de estudos realizados com técnicas de biomonitoramento são consideradas iniciantes, ainda existe deficiências quanto aos padrões de coleta, avaliação, identificação e classificação dos organismos. De modo geral, os índices de qualidade de água não são cem por cento eficazes, pois nem sempre mostram as condições legítimas observadas, não diferenciam a qualidade da água da qualidade do ambiente (STUIJFZAND *et al.*, 1999; BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003; ALAKANANDA *et al.*, 2011).

Diante da grande complexidade existente nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos, assim como a falta de pesquisadores que atuem na ampliação do conhecimento das espécies já descritas e das que ainda não são conhecidas juntamente com os efeitos observados nos meios aquáticos desencadeados por ações humanas, nos mostram o quão importante é a realização de trabalhos sobre a composição e estrutura de comunidades.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer a estrutura e composição espacial da comunidade total de macroinvertebrados e da entomofauna com diferentes porcentagens de cobertura vegetal em oito riachos na Bacia do Baixo Iguaçu, Paraná – Brasil.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Caracterizar variáveis relativas à vegetação, substratos e dados físicos e químicos da água;
- Conhecer a fauna de macroinvertebrados nos oito riachos estudados, identificando a entomofauna até o nível taxonômico de família e os demais organismos em filo, classe ou ordem;
- Determinar descritores ecológicos como abundância, riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade em diferentes níveis taxonômicos – considerando a fauna e a entomofauna separadamente;
- Comparar os descritores ecológicos em diferentes níveis taxonômicos nos ambientes amostrados.
- Conhecer os padrões espaciais de distribuição dos macroinvertebrados aquáticos.

4 HIPÓTESES

A hipótese do presente trabalho foi de que nos ambientes aquáticos com cobertura vegetal acima de 50% apresentassem os maiores valores de riqueza e diversidade, assim como os menores valores de dominância, isso devido supostamente a maior heterogeneidade desses ambientes. O contrário seria observado para os riachos com menos de 50 % de vegetação marginal. Tal ocorrência seria observado tanto para entomofauna quanto para a fauna total. Além disso, esperou-se encontrar como resultados para biomonitoramento respostas homogêneas para Macroinvertebrados e para a Entomofauna.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

As coletas foram realizadas em oito afluentes ao norte da Bacia do Baixo rio Iguaçu no Oeste do Paraná. A bacia possui uma área de 26,596 Km², abrangendo de forma total ou parcial 72 municípios. Os riachos estudados foram Arquimedes, Bom Retiro, Jumelo, Manoel Gomes (dentro do Parque Nacional do Iguaçu, PNI), Nene, Paz, Pedregulho (dentro de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN) e Tormenta. Todos os afluentes citados são de primeira ou segunda ordem e estão nas proximidades dos municípios de Cascavel e Céu Azul. O riacho Tormenta é considerado um dos principais afluentes da bacia (Figuras 1 e 2).

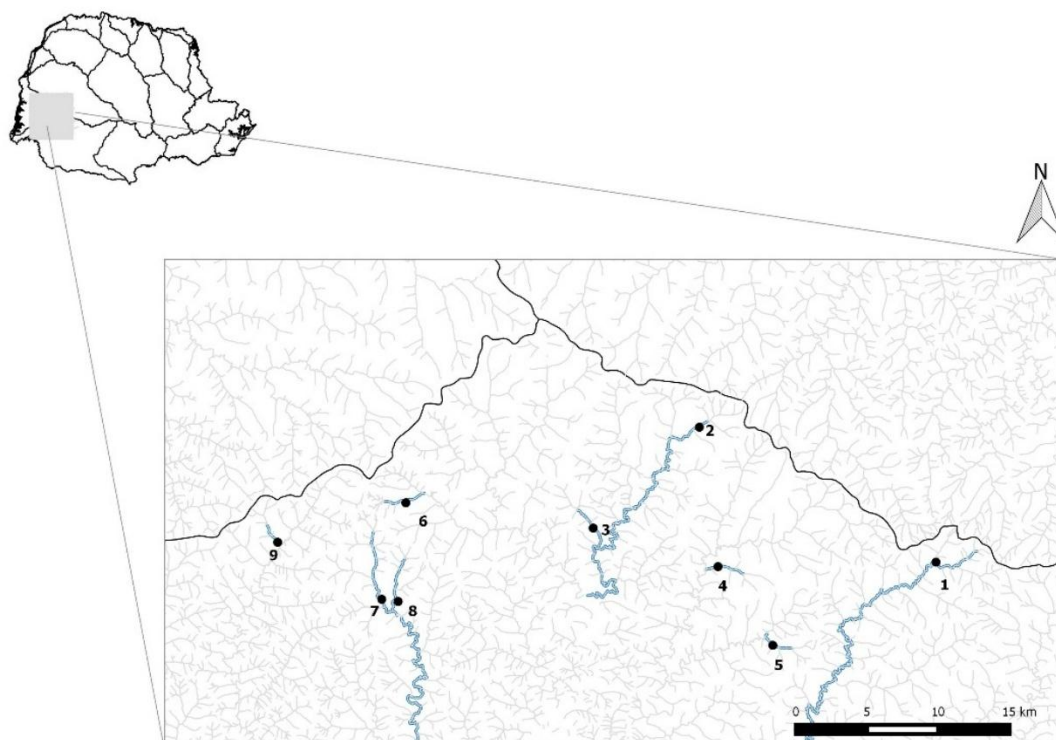


Figura 1. Área de coleta na Bacia do Baixo Iguaçu no Oeste do estado do Paraná, destacando os rios amostrados: 1- Manoel Gomes, 2- Jumelo, 3- Pedregulho, 4- Arquimedes, 5- Paz, 6- Nene, 7- Bom Retiro, 8- Tormenta.



Figura 2. Visualização dos riachos amostrados. Sendo, 1=Arquimedes, 2=Bom Retiro, 3=Jumelo, 4=Manoel Gomes, 5=Nene, 6=Paz, 7=Pedregulho, 8=Tormenta.

Os oito riachos mencionados foram classificados como minimamente impactados ou rurais. Para a delimitação da área (Km²) da microbacia foi utilizado o Google Earth Pro. Por meio da constatação do ponto em que a elevação do terreno passa a decair, foram marcados vários pontos para a definição de um polígono da área da microbacia, e realizada categorizações de acordo com os seguintes critérios: Área rural: definida pela presença de área de pastagem, plantio e construções de propriedades; Área urbanizada: locais de impermeabilização do solo com construções e atividades industriais. Os corpos de água com cobertura vegetal acima de 50% foram denominados de minimamente impactados e os que apresentaram cobertura vegetal inferior a 50% foram classificados como rurais.

5.2 MÉTRICAS AMBIENTAIS

Para caracterização do ambiente, métricas ambientais de fatores físicos e químicos, como condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l), potencial de hidrogênio (pH), e temperatura ($^{\circ}\text{C}$), foram mensuradas por meio de uma sonda multiparâmetros HORIBA[®]. Para conhecer a velocidade e vazão dos riachos, foram obtidos valores de profundidade (cm), velocidade de correnteza ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e largura (m).

Para a quantificação do sedimento, foi estabelecido no ponto de coleta um quadrado de 2 metro por 2 metro e estimado visualmente a porcentagem matacão, seixo, cascalho, areia, galhos e folhiço.

5.3 AMOSTRAGEM DO MATERIAL BIOLÓGICO

As coletas foram realizadas no mês de maio de 2016. Em cada rio foram coletadas nove amostras, com tréplicas para os substratos de granulometria fina (5-30mm de diâmetro, areia e cascalho), de granulometria grossa ($>30\text{mm}$, seixo e matacão) e folhiço, totalizando um esforço amostral de 72 amostras. Tal amostragem foi feita com o auxílio de um amostrador do tipo Surber com área de 30 x 30 cm e com abertura de malha de 500 μm . Posteriormente o material foi depositado em sacos plásticos devidamente etiquetados e com formol à 5 %. No Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia (LaQal), as amostras foram triadas com caixas de luz.

A identificação da comunidade de macroinvertebrados foi realizada em diferentes níveis taxonômicos. Tanto para comunidade total de macroinvertebrados quanto para a entomofauna todos organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível. Na entomofauna, todos os organismos foram identificados ao nível taxonômico de família. Já para a comunidade total de macroinvertebrados a identificação foi realizada mais grosseiramente, como filo, classe, subclasse, ordem, subordem ou até mesmo família. A identificação foi feita com o auxílio de um microscópio estereoscópico e chaves de identificação especializadas (LOPRETTO; TELL, 1995; COSTA; SOUZA; OLDRINI, 2004; PES; HAMADA; NESSIMIAN, 2005;

MUGANI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010). Todo o material foi condicionado em frascos contendo álcool 70% para conservação.

5.4 ANÁLISE DE DADOS

Para a análises dos dados foram determinados os seguintes descritores ecológicos: abundância, riqueza, diversidade de Shannon Wiener, dominância e equitabilidade de Pielou. Análise multivariada CCA (Análise de Correspondência Canônica) foi realizada para relacionar as variáveis abióticas com a fauna encontrada. A similaridade de Bray-Curtis foi calculada para a entomofauna e a fauna total. Também foi feito o test T para os valores de diversidade em cada um dos rios. Os índices ecológicos e os testes estatísticos foram usados para comparação dos ambientes amostrados (MAGURRAN, 2011). Os programas utilizados foram, Microsoft® Excel® 2016 MSO, PAST 3 (*Paleontological Statistic Software*) versão 2.17 (Hammer, Harper & Ryan 2001), Primer e XLStat versão 2016.

6 RESULTADOS

6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES

O riacho Manoel Gomes é o único que apresenta 100 % de cobertura vegetal. Os riachos Arquimedes, Jumelo e Pedregulho apresentam mais de 50 % de cobertura vegetal. Enquanto que os riachos Bom Retiro, Nene, Paz e Tormenta apresentam menos 50 % de cobertura vegetal, sendo estes classificados como riachos rurais. Além disso, o riacho Jumelo é o único que possui uma porcentagem de área urbana (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de vegetação, área rural e área urbana em cada um dos oito riachos da Bacia do Baixo Iguaçu.

| Riachos | Vegetação | Rural | Urbano |
|--------------|-----------|-------|--------|
| Arquimedes | 66% | 34% | 0% |
| Bom Retiro | 27% | 73% | 0% |
| Jumelo | 62% | 25% | 13% |
| Manoel Gomes | 100% | 0% | 0% |
| Nene | 7% | 93% | 0% |
| Paz | 20% | 80% | 0% |
| Pedregulho | 75% | 25% | 0% |
| Tormenta | 18% | 82% | 0% |

Os riachos Arquimedes, Bom Retiro e Paz foram os que apresentaram maior porcentagem do substrato fino, Manoel Gomes e Nene apresentaram maior porcentagem do substrato Grosso, enquanto que nos riachos Jumelo, Pedregulho e Tormenta houve semelhança nos valores de porcentagem dos três tipos de substratos. O substrato folhiço foi o menos frequente em todos os rios (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem dos substratos Grosso, Fino e Folhiço dos oito riachos da Bacia do Baixo Iguaçu.

| Riachos | Grosso | Fino | Folhiço |
|--------------|--------|------|---------|
| Arquimedes | 31% | 54% | 14% |
| Bom Retiro | 27% | 67% | 6% |
| Jumelo | 26% | 54% | 15% |
| Manoel Gomes | 68% | 22% | 10% |
| Nene | 66% | 31% | 3% |
| Paz | 1% | 84% | 15% |
| Pedregulho | 42% | 42% | 16% |
| Tormenta | 41% | 45% | 14% |

Comparando os dados físicos e químicos nos riachos estudados, o riacho Bom Retiro apresentou os maiores valores de condutividade, sólidos totais e temperatura. O riacho Manoel Gomes obteve os maiores valores de oxigênio dissolvido e menor temperatura. O riacho Arquimedes apresentou os menores valores para pH, condutividade e sólidos totais. O riacho Tormenta apresentou a menor concentração de oxigênio dissolvido e o riacho Nene apresentou o maior valor de pH (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis físicas e químicas dos oito riachos da Bacia do Baixo Iguaçu. Valores e desvio padrão da temperatura (Temp.), oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade (Cond.) e sólidos totais (S T).

| | Temp. (°C) | OD (mg/L) | pH | Cond. (µS/cm) | S T (mg/L) |
|--------------|------------|-----------|----------|---------------|------------|
| Arquimedes | 17,4±0,2 | 10,10±1,1 | 6,54±0,5 | 19±0.013 | 12±0,008 |
| B. Retiro | 18,42±0,3 | 9,10±0,4 | 7,18±0,5 | 66±0.024 | 42±0,017 |
| Jumelo | 15,76±0,1 | 9,75±0,3 | 7,24±0,1 | 29±0.004 | 19±0,003 |
| Manoel Gomes | 13,46±0,1 | 10,56±0,6 | 7,35±0,2 | 39±0.003 | 26±0,001 |
| Nene | 16,12±0,1 | 9,45±0,1 | 7,40±0,2 | 27±0.004 | 17±0,003 |
| Paz | 17,24±0,2 | 9,02±0,2 | 7,31±0,1 | 45±0.001 | 30±0,000 |
| Pedregulho | 17,32±0,5 | 9,35±0,6 | 6,78±0,5 | 21±0.009 | 13±0,006 |
| Tormenta | 17,60±0,9 | 8,91±1,0 | 7,17±0,3 | 37±0.051 | 13±0,005 |

6.2 ATRIBUTOS ECOLÓGICOS

No total foram coletados 13.615 indivíduos, distribuídos em 66 taxas. O filo Arthropoda contribuiu com uma porcentagem de 93,35; Mollusca com 3,15; Platyhelminthes 0,43; Anellida com 2,83 e Nematoda com 0,25. Para a entomofauna foram coletados 12.492 indivíduos, distribuídos em 49 famílias (Tabela 5).

Os valores de abundância e riqueza foram maiores para a fauna total em todos os riachos. Para a entomofauna e a fauna total, o riacho Bom Retiro apresentou maiores valores de abundância, seguido pelo riacho Arquimedes, já os menores valores de abundância foram observados no riacho Tormenta seguido pelo Nene. A família mais abundante em todos os riachos foi Chironomidae. Quanto à riqueza, os riachos Manoel Gomes e Bom Retiro apresentaram os valores mais elevados, enquanto os riachos Tormenta e Rio da Paz apresentaram os menores valores de riqueza.

A diferença entre os valores de abundâncias da fauna total e da entomofauna foram maiores para os rios Arquimedes (335), Rio da Paz (188), Tormenta (134) e Bom Retiro (126). As maiores diferenças para a riqueza entre toda a comunidade e a entomofauna foram encontradas nos riachos Bom Retiro (11), Arquimedes (10), Pedregulho (9), Rio da Paz e Manoel Gomes, ambos com oito táxons a mais.

Valores elevados de diversidade tanto para a fauna total quanto para a entomofauna apresentaram os menores valores de dominância, o inverso também foi observado, pois baixos valores de diversidade apresentaram altos valores de dominância. O que pode ser visto, por exemplo no riacho Manoel Gomes, o qual apresentou os maiores valores de diversidade, no entanto menores valores de dominância, o riacho Arquimedes apresentou os menores valores de diversidade e os maiores valores de dominância. Foram encontrados baixos valores de equitabilidade para altos valores de dominância e vice-versa. O p-valor sobre os dados de diversidade mostrou que existe diferença significativa em todos os riachos entre a comunidade de macroinvertebrados e a entomofauna (Tabela 4). Por meio da similaridade de Bray-Curtis tanto para a entomofauna quanto para fauna total houve maior similaridade entre Bom Retiro e Arquimedes, entre Jumelo, Pedregulho e Manoel, e entre Paz, Nene e Tormenta (Figura 3 e 4).

Tabela 4. Valores dos descritores ecológicos de cada ambiente estudado. Abundância total (A.T.), Abundância da entomofauna (A. E.), Riqueza (R. T), Riqueza da entomofauna (R. E.), Dominância total (D. T), Dominância da entomofauna (D. E), Equitabilidade total (E. T), Equitabilidade da entomofauna (E. E), Diversidade H' total (H' T.), Diversidade H' da entomofauna (H' E).

| | A. T. | A. E. | R. T | R. E. | D. T | D. E. | E. T | E. E. | H' T. | H'E. | p-valor |
|--------------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|----------|
| Arquimedes | 3954 | 3619 | 36 | 26 | 0,63 | 0,74 | 0,3035 | 0,22 | 1,079 | 0,73 | <0,0001 |
| Bom Retiro | 4089 | 3963 | 40 | 29 | 0,46 | 0,49 | 0,3824 | 0,37 | 1,401 | 1,25 | <0,0001 |
| Jumelo | 909 | 836 | 33 | 30 | 0,20 | 0,23 | 0,6533 | 0,62 | 2,284 | 2,10 | 0,0074 |
| Manoel Gomes | 1046 | 951 | 41 | 33 | 0,16 | 0,19 | 0,6537 | 0,63 | 2,428 | 2,20 | 0,0003 |
| Nene | 673 | 588 | 31 | 25 | 0,18 | 0,23 | 0,6576 | 0,61 | 2,258 | 1,98 | 0,0001 |
| Pedregulho | 1467 | 1383 | 38 | 29 | 0,23 | 0,25 | 0,5759 | 0,56 | 2,095 | 1,89 | 0,0001 |
| Rio da Paz | 807 | 619 | 26 | 18 | 0,22 | 0,35 | 0,6254 | 0,51 | 2,037 | 1,49 | <0,0001 |
| Tormenta | 668 | 534 | 28 | 22 | 0,31 | 0,46 | 0,5605 | 0,44 | 1,847 | 1,34 | < 0,0001 |

Tabela 5: Composição taxonômica da comunidade de macroinvertebrados para os riachos Bom Retiro (B.R), Arquimedes (Arq.), Manoel Gomes (M. G), Jumelo (J.), Rio da Paz (R.P), Nene (N.), Pedregulho (P), Tormenta (T).

| Filo | Classe | Subclasse | Ordem | Família | Arq. | B. R | J. | M. G | N. | P. | R. P | T. |
|------|--------|-----------|---------------|-------------------|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|
| | | | Ephemeroptera | | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | | | | Leptohyphidae | 0 | 0 | 4 | 31 | 2 | 4 | 0 | 11 |
| | | | | Leptophlebiidae | 11 | 122 | 75 | 110 | 4 | 133 | 1 | 1 |
| | | | | Caenidae | 16 | 508 | 1 | 18 | 0 | 12 | 0 | 0 |
| | | | | Baetidae | 16 | 32 | 23 | 58 | 35 | 7 | 2 | 3 |
| | | | Odonata | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | | | | Gomphidae | 47 | 24 | 33 | 28 | 35 | 19 | 13 | 40 |
| | | | | Libellulidae | 7 | 7 | 10 | 2 | 7 | 5 | 7 | 5 |
| | | | | Calopterygidae | 2 | 6 | 4 | 0 | 5 | 25 | 2 | 1 |
| | | | | Megapodagrionidae | 6 | 0 | 28 | 14 | 13 | 4 | 1 | 4 |
| | | | | Coenagrionidae | 2 | 1 | 6 | 20 | 11 | 9 | 0 | 10 |
| | | | | Aeshnidae | 10 | 3 | 7 | 6 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| | | | | Perilestidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Perlidae | 0 | 17 | 7 | 17 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| | | | | Gripopterygidae | 0 | 0 | 20 | 1 | 0 | 2 | 0 | 7 |
| | | | Trichoptera | | 1 | 0 | 0 | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | Hydropsychidae | 20 | 64 | 28 | 38 | 67 | 144 | 63 | 2 |
| | | | | Anomalopsychidae | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Hydroptilidae | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| | | | | Glossosomatidae | 48 | 6 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | Calamoceratidae | 70 | 95 | 37 | 2 | 42 | 34 | 46 | 12 |
| | | | | Leptoceridae | 24 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 72 | 4 |
| | | | | Ecnomidae | 4 | 0 | 3 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | | | | Polycentropodidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | | | | Hydrobiosidae | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Odontoceridae | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Philopotamidae | 1 | 100 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Diptera | | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | Chironomidae | 3127 | 2719 | 371 | 370 | 262 | 631 | 346 | 357 |

Continua.

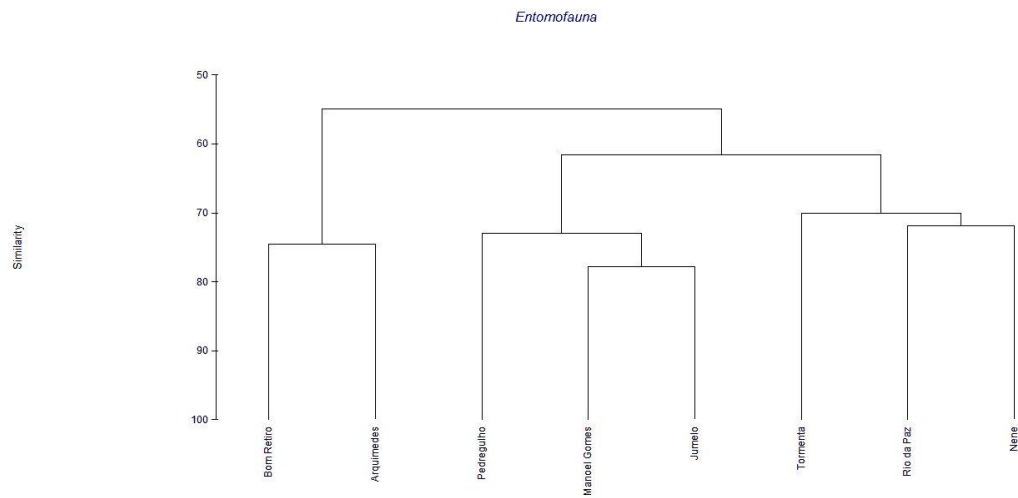


Figura 3. Similaridade de Bray-Curtis para a entomofauna nos oitos riachos estudados.

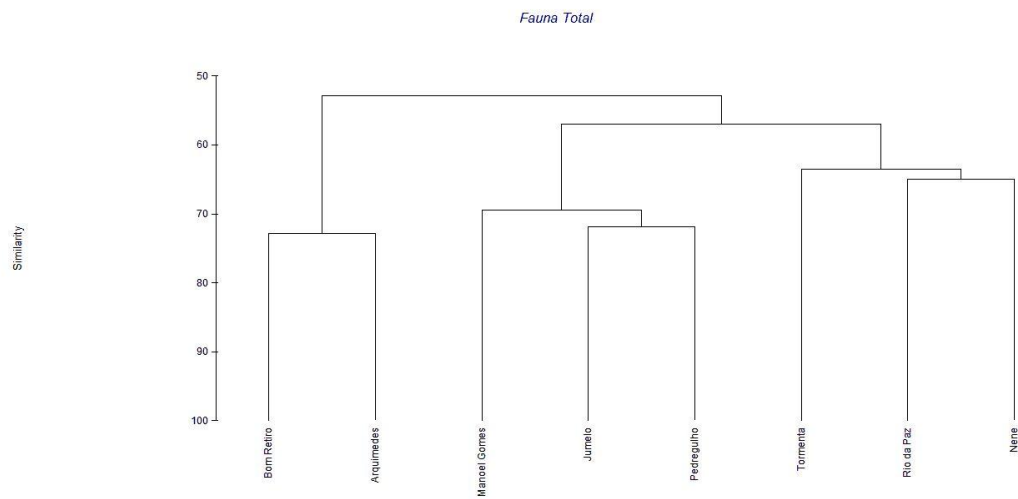


Figura 4. Similaridade de Bray-Curtis para a fauna total nos oitos riachos estudados.

6.3 RELAÇÃO DA DIVERSIDADE DOS RIACHOS COM A CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES

Observou-se que os valores de diversidade da entomofauna, estão associados aos menores valores de temperatura, e menores quantidades de substrato fino e folhiço, também está associada a altos valores de oxigênio dissolvido, pH e alta quantidade de substrato grosso. Já a fauna total mostra-se relacionada com maiores quantidades de substrato folhiço e fino, assim como maiores valores de temperatura, condutividade, sólidos totais e menor concentração de oxigênio dissolvido, menor quantidade do substrato grosso e pH baixo (Gráfico 1).

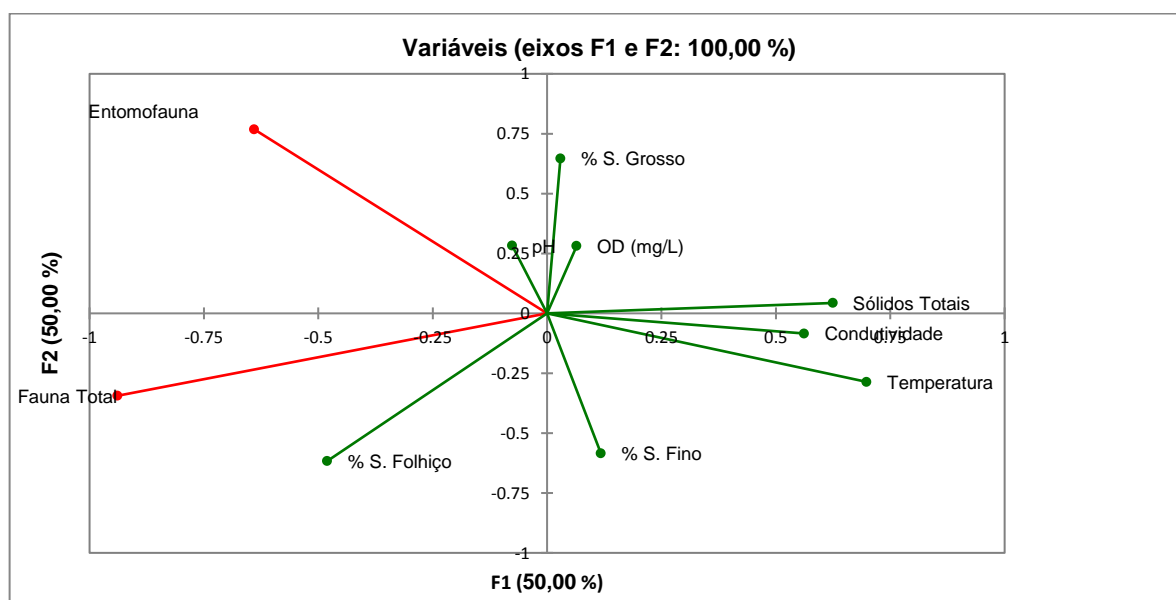


Figura 5. Análise de Correspondência Canônica (CCA). Relação da diversidade da entomofauna e da fauna total com os dados abióticos e tipos de substrato.

7 DISCUSSÃO

O riacho Manoel Gomes é o único que apresenta cem por cento de cobertura vegetal, tal condição pode ser utilizada para explicar os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade para a fauna total e entomofauna, assim como menor valor de dominância. A presença da vegetação ripária, atua como uma barreira, reduzindo o assoreamento e a entrada de materiais indesejados, como por exemplo herbicidas e lixos, além de manter o sombreamento e fornecer matéria orgânica, a qual poderá ser fonte de alimento e abrigo aos organismos aquáticos. (BARRELLA *et al.*, 2001).

O riacho Arquimedes está entre os riachos que possuem acima de cinquenta por cento de vegetação, no entanto, foi o que apresentou os menores valores de diversidade e alto valor de dominância, tanto para a fauna total quanto para a entomofauna, não seguindo o que se esperava devido a presença da alta cobertura vegetal. Entretanto, tais valores podem estar associados a presença de moradias próximas aos locais de coleta, assim como a presença de animais domésticos podem ter influenciado tal resultado.

Riachos com baixos valores de diversidade para a entomofauna, que eram considerados riachos mais degradados, como por exemplo o riacho Paz, elevaram seus valores de diversidade ao considerar a fauna total. Nesse contexto vale destacar que nem sempre altos valores de diversidade significam ambientes bem conservados.

A família que elevou os valores de abundância encontrados nos riachos Arquimedes e Bom Retiro foi Chironomidae (86% e 69%, respectivamente), sendo dominante em todos os riachos. Ela possui como característica a ocupação dos mais diversos habitats, sendo generalistas quanto aos recursos alimentares, além de possuírem ciclo de vida curto (TRIVINHO-STRIXINO; SONADA, 2006).

Os menores valores de abundância nos riachos Tormenta e Nene podem ter ocorrido pela falta de vegetação no entorno dos corpos de água, uma vez que esses riachos apresentaram os menores valores de vegetação, dessa maneira diminuindo a heterogeneidade ambiental. Pois ocorre menor entrada matéria orgânica proveniente da vegetação para os riachos, que por consequência diminui os recursos alimentares e abrigos para os organismos aquáticos. Com a ausência da vegetação, ainda pode

ocorrer a entrada de sedimentos nesses corpos de água, o que auxilia no aumento da homogeneidade. Essas mesmas informações podem ser utilizadas para explicar os menores valores de riqueza para os riachos Tormenta e Paz.

As maiores diferenças de abundância, entre a fauna total e entomofauna, foi para os riachos Arquimedes, Paz, Tormenta e Bom Retiro. Valores que também podem estar relacionados com as condições ambientais desses corpos de água. Com exceção do riacho Arquimedes, todos os demais possuem menos de cinquenta por cento de vegetação, no entanto, o riacho Arquimedes, como já mencionado, possui grande influência antrópica. Características como essas podem ter proporcionado a colonização e domínio de organismos menos exigentes nesses ecossistemas, como por exemplo, Oligochaeta, Hirudinea e Gastrópodes.

Os valores encontrados no presente trabalho para oxigênio dissolvido, pH e sólidos totais, estão em conformidade com a Resolução do CONAMA 357 (MMA, 2005), que permite classificar as águas dos riachos estudados em classe 1. Vale ressaltar que não foram avaliadas todas as medidas exigidas para a classificação. Segundo essa resolução o oxigênio dissolvido não pode ser inferior a 6 mg/L, o pH deve estar entre 6,0 a 9,0 e a concentração de sólidos totais em 500 mg/L. Águas da classe 1 estão destinadas a proteção de comunidades aquáticas. Considerando apenas tais observações pode-se dizer que os riachos estão em bom estado de conservação.

Verificou-se que em todos os riachos estudados houve altas concentrações de oxigênio dissolvido, baixos valores de condutividade, sólidos totais e de temperatura e valores neutros de pH, o mesmo foi observado no trabalho de Paula e Fonseca-Gessner (2010).

Segundo Sioli (1984), a condutividade da água pode ser classificada em condutividade baixa ($\leq 30 \mu\text{S/cm}$), média (> 30 e $\leq 50 \mu\text{S/cm}$) e alta ($> 50 \mu\text{S/cm}$). Essa variável está associada com as concentrações de íons na água (ARCOVA, 1996) devido a presença de matéria orgânica. O riacho Bom Retiro apresentou maior condutividade elétrica, que pode estar associada a falta de vegetação marginal, como já citado, atua semelhante a uma barreira na proteção dos corpos de água. Valores mais altos de temperatura elevam os níveis de evaporação dos corpos de água e conseqüentemente ocorre aumento nas concentrações de íons na água (Tabela 3). Além disso, foi observado em campo a presença de porcos domésticos agindo no

revolvimento do sedimento. Essa última abordagem também pode ser utilizada para explicar as maiores concentrações de sólidos totais em tal riacho.

A temperatura em ambientes lóticos sofre mudanças entre as diferentes estações do ano, podendo ocorrer variações em um único dia ou até mesmo entre diferentes locais de um mesmo corpo de água (ALLAN, 1995). Um dos principais fatores relacionados com a temperatura dos ambientes aquáticos é a vegetação, a qual pode fornecer sombreamento e assim manter a temperatura mais estável (FUMIS, 2010). O fato de o riacho Manoel Gomes ser o único que possui cem por cento de cobertura vegetal pode ter contribuído pelo baixo valor de temperatura encontrado nesse riacho.

A relação da entomofauna com baixos valores de temperatura provavelmente está associado com os dados encontrados nos riachos Jumelo e Manoel Gomes, pois apresentaram os menores valores de temperatura, altos valores de riqueza e baixa dominância, conferindo condições mais adequadas para a colonização da entomofauna.

A entomofauna parece estar mais associada com o substrato grosso, que é considerado o mais resistente ao movimento da água, pois quanto maior o tamanho da partícula mais estável é o habitat para a colonização das comunidades. A grande representatividade da ordem Trichoptera no substrato grosso se deve a exigência biológica desses organismos a lugares com água bem oxigenada, essa característica também explica valores mais elevados de concentração de oxigênio para a entomofauna (KIKUCHI; UIEDA, 2005). A fauna aquática exige diferentes concentrações de oxigênio dissolvido, sendo um dos fatores primordiais para sua sobrevivência (ERIKSEN *et al.*, 1996; WHITTON, 1975).

A fauna total está mais associada ao substrato fino e folhiço, no entanto isso não quer dizer que não houve organismos da entomofauna nesses substratos. O substrato fino e folhiço estiveram mais próximos da fauna total devido aos organismos como Bivalve, Planorbidae, Physidae, os quais são encontrados em substrato fino. Oligochaeta são comumente encontrados em ambientes com maior abundância de matéria orgânica, nesse caso associado a decomposição de folhiço (ZERLIN, 2011).

Quanto aos valores de pH, todos os riachos se mantiveram dentro da neutralidade, parecendo não afetar a composição da comunidade aquática. No entanto, mesmo que o pH, aparentemente, não tenha oscilado muito, valores mais

ácidos como no caso do riacho Arquimedes podem diminuir a presença de organismos aquáticos.

A relação da fauna total com os maiores valores de condutividade, temperatura, sólidos totais, baixas concentração de oxigênio dissolvido e pH pode ter ocorrido devido à falta de exigência por esses organismos aquáticos quanto ao tipo de habitat, abrigo e recurso alimentar. Ostracoda foi mais abundante no riacho Paz, essa classe não possui exigências quanto aos recursos alimentares, podendo ser encontrado desde carnívoros, herbívoros, consumidores de carniça até filtradores (RUPPERT; BARNES, 1996). Segundo Suriani *et al.* (2007), Oligochaeta são organismos que costumam habitar locais com maior poluição, tendo espécies que preferem águas mais eutrofizadas.

Os hirudíneos são organismos facilmente encontrados em ambientes com presença de poluentes orgânicos, com pouca água corrente e valores mais baixos de pH (WETZEL, 1993). Essa classe foi mais abundante no riacho Arquimedes, o mesmo riacho que obteve menor valor de pH.

Em estudos direcionados para a qualidade de água, é fundamental o uso de dados físicos e químicos da água, além da utilização da comunidade aquática como bioindicadores. Apenas com os dados da entomofauna seria possível chegar a importantes respostas quanto a qualidade ambiental, pois os insetos aquáticos melhor refletem as mudanças nas características ambientais, sejam mudanças positivas ou negativas, por exemplo, enquanto alguns grupos são mais exigentes quanto aos recursos alimentares, diversidade de habitats, microhabitats e variações das características físicas e químicas da água, outros são mais tolerantes a essas características (GOULART; CALLISTO. 2003).

Merritt; Cummins (1984) abordam que os insetos aquáticos, especialmente alguns organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera são os primeiros a desaparecerem com o aumento dos processos de eutrofização nos ambientes. Já alguns gêneros da família Chironomidae são mais tolerantes quanto as variações no ambiente (TRIVINHO-STRIXINO; SONADA, 2006). A análise de similaridade de Bray-Curtis também nos auxilia demonstrar o que já foi dito, com essa análise houve superposição de dados da entomofauna e da comunidade total, ou seja, apenas como os dados da entomofauna seria possível chegar ao mesmo resultado que se chegaria com fauna total.

Além disso, quando a comunidade a ser estudada está identificada ao mesmo nível taxonômico ela pode fornecer resultados mais preciso nos processos de avaliação ambiental. Buss *et al.* (2016) aborda que um dos problemas encontrados nos processos de Licenciamento Ambiental no uso de macroinvertebrados como bioindicadores é quanto a identificação taxonômica, pois nem sempre é possível a padronização do nível taxonômico. E esse procedimento é extremamente importante para que os resultados sejam comparáveis.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o nível de identificação taxonômico adequada dos organismos aquáticos para a utilização em estudos de qualidade ambiental, o que nem sempre é possível. Tais fatos muitas vezes podem estar atrelados a falta de material apropriado para identificação, além da falta de conhecimentos taxonômico e pela falta de taxonomistas especialistas.

Todavia quando se trabalha com toda a comunidade de macroinvertebrados em programas de biomonitoramento nem sempre é possível chegar ao mesmo nível taxonômico, sendo muitos organismos identificados mais grosseiramente, como a nível de filo, classe, ordem, subordem e assim por diante, como foi possível perceber no presente trabalho. E quanto menos refinada for a classificação taxonômica mais informações podem ser perdidas, além do tempo gasto na identificação e nos recursos. Mas quando se pretende conhecer a complexidade ecológica existente nos meios aquáticos, é essencial o uso de toda a comunidade aquática. Como por exemplo, entender o funcionamento metabólico de toda a comunidade, a dinâmica de nutrientes, transformação da matéria o fluxo de energia, os tipos de interações entre os próprios organismos e esses com o meio em que vivem, até mesmo processos de adaptações às mudanças que ocorrem no ambiente (CALLISTO; ESTEVES, 1998; PAULA, 2008).

8 CONCLUSÃO

-Houve diferença na estrutura e composição na comunidade dos macroinvertebrados nos oito riachos estudados;

-A comunidade da fauna total e a entomofauna apresentaram diferenças nos oito riachos estudados;

-Áreas com alta cobertura vegetal, como o riacho Manoel Gomes, podem influenciar positivamente sobre os valores biológicos e sobre os dados físicos e químicos;

-As variáveis ambientais que melhor explicaram a estrutura e a composição da entomofauna foram: maior concentração de oxigênio dissolvido, maiores quantidades de substrato grosso, valores mais neutros de pH, baixos valores de temperatura;

-As variáveis que melhor explicaram a estrutura e a composição da fauna total foram: maiores quantidades de substrato folhoso e fino, maiores valores de temperatura, menor quantidade de oxigênio dissolvido e maiores valores de sólidos totais e condutividade elétrica;

-O uso da entomofauna aquática é suficiente para fornecer dados importantes sobre a qualidade ambiental, poupando tempo e recurso quanto a identificação dos demais invertebrados.

9 REFERÊNCIAS

ALAKANANDA, B.; MAHESH, M. K.; SUPRIYA, G.; BOOMINATHAN, M.; BALACHANDRAN, C.; RAMACHANDRA, T. V. Monitoring tropical urban wetlands through biotic indices. **Journal Biodiversity**, 2 (2), p. 91-106, 2011.

ALLAN, J. D. **Stream ecology, structure and function of running waters**. 1. Ed. London: Chapman & Hall, 1995.

ARCOVA, F. C. Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microrbacias hidrográficas em Serra do Mar, SP. 130p. Dissertação (mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1996.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2. Ed. Washington: EPA, 1999.

BARRELA, W.; M. PETRERE- JR.; W. S. SMITH; L. F. A. MONTAG. As Relações entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes. In: Matas ciliares: conservação e recuperação. (R.R. Rodrigues & H.F. Leitao Filho, eds.). **EDUSP & Fapesp**, São Paulo, p. 187-208, 2001.

BATISTA, H. A.; BARBOLA, I. F. de.; KLOTH, A. E. G.; MILLÉO, J. Structure and composition of the macroinvertebrate community as a way of evaluating the quality of the water from rio Verde, Ponta Grossa, state of Parana, Brazil. **Terra Plural**, v. 4, n.2, p. 241-256, 2010.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24 (2), p. 283-293, junho 2007.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 18/04/2016.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos de água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Porto Alegre, 20 (1), p. 115-125, março 2003.

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

BUSS, D. F.; ROQUE, F. DE O.; SONODA, K. C.; MEDINA JUNIOR P. B.; STEFANES, M.; IMBIMBO, H. R. V.; KUHLMANN, M. L.; LAMPARELLI M. C.; OLIVEIRA, L. G.; MOLLOZZI, J.; CAMPOS M. DE C. S.; JUNQUEIRA, M. V.; LIGEIRO, R.; MOULTON, T.; HAMADA, N.; MUGNAI R.; BAPTISTA D. F. Macroinvertebrados Aquáticos como Bioindicadores no Processo de Licenciamento Ambiental no Brasil. Monitoramento da conservação da biodiversidade: aprendendo com experiências vividas, com ênfase nas unidades de conservação. **Biodiversidade Brasileira**, 6(1): 100-113, 2016

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia central (Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, p.223-234, 1998.

CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr. F.J.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores, 2002.

CARVALHO, E. M. de.; UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um rio da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 21 (2). p. 287-293, jun. 2004.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Publicações avulsas do Museu Nacional, número 99. Rio de Janeiro: **Museu Nacional**, 2004.

CUMMINS, K. W. Macroinvertebrates. In: WHITTON, B. A. **River ecology**. New York: Blackwell Scientific Publications, p. 170-198, 1975.

ERIKSEN, C. H.; V. H. RESH, G. A. LAMBERTI. Aquatic insect respiration. In: An introduction to the Aquatic Insects of North America, (Merritt, R. W. & K. W. Cummins, eds.), Dubuque, 3 ed., **Kendall/Hunt**, p. 29-40, 1996.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Iterciência., 1998.

FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; CALLISTO, M. **Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do rio das Velhas**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, 2009.

FUMIS, P. B.; UIEDA, V. S. **Influência dos fatores ambientais na organização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos tropicais**. Tese de doutorado. 142 p. Tese (Doutorado em Biociências, Área: Zoologia) Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, SP, 2010.

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

HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. **Methods in stream ecology**. 2. Ed. São Francisco: Academia Press/Elsevier, 2007.

HAUER, F. R.; RESH, V.H. Benthic Macroinvertebrates. p. 339-369. In: HAUER, F. A.; LAMBERTI, G. A. **Methods in Stream Ecology**. Elsevier, 2006.

HERSHEY, A. E.; LAMBERTI, G. A.; CHALONER, D. T.; NORTHINGTON, R. M. Aquatic Insect Ecology. Elsevier. p. 659-666, 2010.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ IAP. Avaliação da qualidade das águas de rios através da análise combinada de parâmetros físicos, químicos e biológicos em Unidades de Conservação abrangidas pelo Programa Pró-Atlântica: Apa da Serra do Mar, Apa de Guaratuba e Parque Estadual das Lauráceas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Curitiba, 2000.

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D. M. Freshwater biomonitoring using individual organisms: populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (Eds.) **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Nova Iorque: Chapman & Hall, 1993

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, 12 (2): 193-231, 2005.

LOPRETTO, E.C.; TELL, G. **Ecosistemas de Aguas Continentales, Metodologias para su estudio**. Ediciones Sur: La Plata,1995.

MADSEN, J. D.; CHAMBERS, P. A.; JAMES, W. F.; KOCH, E. W.; WESTLAKE, D. F. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. **Hydrobiologia**, 444, p. 71 – 84, 2001.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: UFPR, p. 261, 2011.

MARTINS, R. T.; OLIVEIRA, V. C. de.; SALCEDO, A. K. M. Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, L. J.; QUERINO, R. B. **Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. 1 Ed. Manaus: Editora INPA,. p. 117-128, 2014.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. Ed. California: Kendall/Hunt Publishing company, 1996.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: Adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte- GO. **Oecologia Brasiliensis**, 12 (3), p.553-563, 2008.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água ao Longo da Bacia do Rio das Velhas (MG). In; Ferracini V.L.; Queiroz S.C.N. & Silveira M.P.. Bioindicadores de VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos 11 Qualidade da Água. 1 ed. Jaguariuna: EMBRAPA, v. 1, p. 95-116, 2004.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, L. J.; BAPTISTA, F. D. **Manual de Identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Technical books Editora, 2010.

NEGRI, D. D. B. **O efeito de diferentes substratos sobre a riqueza dos macroinvertebrados aquáticos**. 4 p. (Prática de Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica) – Curso de Pós- Graduação em Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

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.

OPSAHL, R. W.; WELLNITZ, T.; POFF, N. L. Current velocity and invertebrate grazing regulate stream algae: results of an in situ electrical exclusion. **Hydrobiologia**, 499, p. 135 – 145, 2003.

PAULA, P. M. S. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas (MG)**. 94 f. Tese (Pós- Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PAULA, M.C.; FONSECA-GESSNER, A. A. Macroinvertebrates in low-order streams in two fragments of Atlantic Forest in different states of conservation, in the State of São Paulo (Brazil). **Braz. J. Biol.** vol. 70, p. 899-909, 2010.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chave de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) Amazônia Central, Brasil. **Revista brasileira de entomologia**, Curitiba, 49 (2), 181-204, 2005.

RESH, V.H; ROSENBERG, D. M. **The ecology of aquatic insects**, 1 ed, New York, Praeger Publishers p.661, 1984.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6° ed., São Paulo, Roca, 1029p. 1996.

SILVA, F. L.; MORREIRA, D. C.; BOCHINI, G. L.; RUIZ, S. S. Desempenho de dois índices biológicos na avaliação da qualidade das águas do Córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, através de macroinvertebrados bentônicos. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2 (3), p. 231-234, 2007.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. 1. Ed. Jaguariúna: Embrapa. 2004.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. p. 127-165. In: Sioli, H. (Ed.) The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Monographiar Biologicae, 56. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, 1984.

STUIJFZAND, S.C.; ENGELS, S.; van AMMELROOY, E.; JONKER, M. CADDISFLIES (Trichoptera: Hydropsychidae) Used for evaluating water quality of large European Rivers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 36, p. 186-192, 1999.

SURIANI, A. L., FRANÇA, R. S., PAMPLIM, P. A. Z., MARCHESE, M., LUCCA, J. V., ROCHA. Species richness and distribution of oligochaetes in six reservoirs on Middle and Low Tietê river (SP, Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, v.19, n.4, p.415-426, 2007.

TERCEDOR, J. A. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los rios. **SIAGA**, Almeida, v. 2, p. 203-213, 1996.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; SONADA, K. C. A new *Tanytarsus* species (Insecta, Diptera, Chironomidae) from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica** 6 (2):1-9. 2006.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL J. R., CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 37, 130-137, (1980).

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. Lages, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 919, 1993.

WHITTON, B. A. **River ecology**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 725p. 1975.

ZERLIN, R. A. **Variação temporal dos macroinvertebrados bentônicos, em lagoa marginal ao rio Paranapanema- SP**. 101 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas Área de Concentração: Zoologia) Universidade estadual paulista júlio de mesquita filho instituto de biociências de botucatu, São Paulo, 2011.