

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS: LARANJEIRAS DO SUL
ENGENHARIA DE AQUICULTURA**

SOELI DE FATIMA DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA BÊNICA E RELAÇÃO COM A
QUALIDADE AMBIENTAL DE VIVEIROS DE PEIXES EM
PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE LARANJEIRAS DO
SUL (PR)**

**LARANJEIRAS DO SUL-PR
2018**

SOELI DE FATIMA DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA BÊNICA E RELAÇÃO COM A
QUALIDADE AMBIENTAL DE VIVEIROS DE PEIXES EM
PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE LARANJEIRAS DO
SUL (PR)**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de aquicultura como requisito para a aprovação no componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Alexandre Monkolski

LARANJEIRAS DO SUL – PR

2018

SOUZA DE FATIMA, SOELI

COMPOSIÇÃO DA FAUNA BENTICA E SUA RELAÇÃO COM O AMBIENTE DE CULTIVO DE PEIXES EM VIVEIROS DE PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE LARANJEIRAS DO SUL (PR)

Laranjeiras do Sul- Pr, 2018. 70 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal da Fronteira Sul, Engenharia de Aquicultura.

Bioindicadores. Invertebrados Aquáticos. Índices biológicos. Qualidade ambiental. Efluentes de Piscicultura.

SOELI DE FÁTIMA DE SOUZA

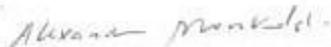
COMPOSIÇÃO DA FAUNA BÊNTECA E RELAÇÃO COM A
QUALIDADE AMBIENTAL DE VIVEIROS DE PEIXES EM
PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE LARANJEIRAS DO
SUL (PR)

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para
obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal
da Fronteira Sul.

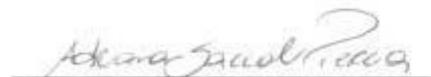
Orientador: Prof. Alexandre Monkolski
Professor na UFFS – Campus Laranjeiras do Sul – PR

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
29 / 06 / 2018

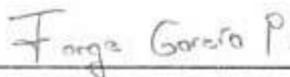
BANCA EXAMINADORA



Prof. M.Sc. Alexandre Monkolski – UFFS



Prof. Dr. Adriana Saccol – UFFS



Prof. Dr. Jorge Erick Garcia Parra – UFFS

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai e irmãos suas presenças significaram segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada. Rafaella e Lucas obrigado pelo carinho nessa etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e aos meus pais, irmãos, amigos e ao Lucas Silvestrini, pelo apoio e ajuda prestada durante o curso de Engenharia de Aquicultura.

Aos meus amigos agradeço pelo companheirismo e pelas demonstrações de apoio nos momentos difíceis.

Ao professor Alexandre Monkolski pelo acompanhamento no decorrer do mesmo e correções e sugestões na elaboração do trabalho de conclusão de curso, e pelas ilustrações.

A minha sobrinha pelos carinho e afeto que fizeram desse tempo mais alegre.

EPÍGRAFRE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Analisando a preocupação dos produtores a respeito da utilização racional de recursos hídricos para aperfeiçoar o processo de produção de peixes, o estudo dos invertebrados aquáticos pode atuar como uma ferramenta auxiliar na determinação da qualidade da água e do ambiente de cultivo em tanques escavados, fontes de captação da água e locais de drenagem dos efluentes aquícolas, melhorando as condições de cultivo. Por essa razão o trabalho se propôs a investigar como a falta de tecnificação nas atividades aquícolas pode resultar numa depreciação das condições de cultivo, usando como suporte dados de ocorrência e presença de invertebrados indicadores da qualidade da água e dos ambientes de cultivos. As amostras do substrato de fundo em tréplicas foram coletadas nas fontes de captação da água, dentro dos tanques escavados e nos locais de despejo do efluente em seis propriedades. Após um processo de lavagem do sedimento, peneiramento e triagem sob microscópio estereoscópicos, os invertebrados separados foram identificados a nível de família para estabelecimento do índice BMWP (Biological Monitoring Working Party System). A proposta visa auxiliar na mudança da concepção de produção melhorando as práticas de manejo a partir dos resultados obtidos com relação a qualidade do ambiente de cultivo. Foram propostas medidas mitigadoras para estabilização dos ambientes de cultivo, submetendo os peixes a uma condição mais favorável de produção, potencializando crescimento e aumento de peso, reduzindo a emissão de efluentes ricos organicamente.

Palavras-chave: Invertebrados Aquáticos. Índices biológicos. Qualidade ambiental. Efluentes de Piscicultura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Características diagnosticantes de náíades de plecópteros ou moscas das pedras (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM PLECOPTERA).

Figura 2- Características diagnosticantes de náíades de efemérides (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM EPHEMEROPTERA).

Figura 3- Características diagnosticantes de náíades de tricópteros (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM TRICHOPTERA).

Figura 4- Características diagnosticantes de náíades megalópteros ou lacraias d'água (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM MEGALOPTERA).

Figura 5- Características diagnosticantes de lagostins (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM DECAPODA).

Figura 6- Características diagnosticantes de anfípodes (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM AMPHIPODA).

Figura 7- Características diagnosticantes de pulgas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CLADOCERA).

Figura 8- Características diagnosticantes de copépodes (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MAXILLOPODA, ORDEM COPEPODA)

Figura 10- Características diagnosticantes de náíades de **libélulas** e **libelinhas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM ODONATA).

Figura 9- Características diagnosticantes de **Planárias** (FILO PLATYHELMINTES, CLASSE TURBELLARIA, ORDEM TRICLADIDA).

Figura 11- Características diagnosticantes de baratinhas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM ISOPODA).

Figura 12- Características diagnosticantes de **mexilhões de água doce** (FILO MOLUSCA, CLASSE BIVALVIA, ORDENS VENEROIDA, UNIONIDA, MYTILOIDA).

Figura 13- Características diagnosticantes de Caracóis de água doce (FILO MOLUSCA, CLASSE GASTROPODA, ORDENS BASOMMATOPHORA e STYLOMATOPHORA).

Figura 14- Características diagnosticantes de larvas de **Carochas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA DYTISCIDAE).

Figura 15- Características diagnosticantes de larvas de Carochas (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA GYRINIDAE).

Figura16- Características diagnosticantes de larvas de **Carochas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA HYDROPHILIDAE).

Figura 17- Características diagnosticantes de larvas de **Carochas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA ELMIDAE).

Figura 18- Características diagnosticantes de **Alfaiates** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA NOTONECTIDAE e GERRIDAE).

Figura 19- Características diagnosticantes de **baratas d'água ou escorpiões d'água** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA BELOSTOMATIDAE).

Figura 20- Características diagnosticantes de **patinadores d'água** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA HYDROMETRIDAE).

Figura 21- Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA CERATOPOGONIDAE).

Figura 22- Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA SIMULIIDAE).

Figura 23- Características diagnosticantes de larvas de mosquitos (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA CULICIDAE).

Figura 24- Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA TABANIDAE).

Figura 25- Características diagnosticantes de pulgas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CLADOCERA).

Figura 26- Características diagnosticantes de camarões semente (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE OSTRACODA, ORDEM PODOCOPIDA).

Figura 27- Características diagnosticantes de camarões ostras (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CONCHOSTRACA).

Figura 28- Características diagnosticantes de sanguessugas (FILO ANELLIDA, CLASSE HIRUDINEA, ORDEM MACROBDELLIDA).

Figura 29- Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA CHIRONOMIDAE).

Figura 30- Características diagnosticantes de minhocas aquáticas ou oligoquetos (FILO ANELLIDA, CLASSE OLIGOCHAETA, ORDEM HAPLOTAXIDA).

Figura 31- Tabela de pontuação de famílias dentro do Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).

Figura 32- Frequência relativa de invertebrados aquáticos nos ambientes de cultivo investigados.

Figura 33- Frequência relativa de grupos funcionais tróficos (GFA's) de invertebrados aquáticos nos ambientes de cultivo investigados.

Figura 34- Pontuações dos ambientes de cultivo segundo o índice.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de ocorrência de famílias de invertebrados aquáticos presentes nos ambientes de cultivo e somatória de pontos do índice BMWP.

Tabela 2 – Graus de contaminação da água correlacionados os valores do índice BMWP, para determinação da qualidade da água.

Tabela 3 – Classificação e significado da qualidade de água nos ambientes de cultivos avaliados. cap: captação; viv: viveiro; efl: efluente.

LISTA DE ABREVIATURAS

BMWP- Biological Monitoring Working Party

mm- milímetro

m²- Metro quadrado

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS.....	13
SUMÁRIO.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo geral	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. JUSTIFICATIVA.....	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 Macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água.....	18
3.2 Principais grupos de Macroinvertebrados Bioindicadores.....	20
3.3 Ambientes de cultivo de Peixes e manejo da qualidade da água	45
3.4. Índice BMWP	46
4. METODOLOGIA	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.CONCLUSÃO.....	62
6. REFERENCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

O sucesso do processo de produção na aquicultura depende da qualidade da água, pois a perda do seu equilíbrio físico químico gera alterações negativas na fisiologia dos animais cultivados desviando parte da energia que seria utilizada para ganho de peso (MORAES; MARTINS, 2004).

Nessa atividade são geradas cargas de dejetos resultantes de aporte de matéria orgânica do ambiente adjacente, ração não consumida, fezes e excretas que são assimiladas pelo solo dos viveiros por processos químicos, físicos e biológicos (SWAROFSKY, 2003). Apesar do conhecimento de alguns produtores em relação a preservação da qualidade da água para produção de animais aquáticos muitas práticas de manejo adotadas nas pisciculturas são incoerentes com a otimização do uso do ambiente. Dessa forma é importante que se conheça dentro dos ambientes de cultivo as origens das falhas de manejo para aliar a produção a manutenção do ecossistema aquático para não ocorrer a conversão de uma estação de cultivo num agente poluidor (ARANA, 1997).

O respectivo aumento do número de produtores de peixes estimulado pela demanda do consumo de pescado tem imposto a expansão da atividade e uso da água tornando-os alvo dos órgãos de controle ambiental. Assim os criadores devem estabelecer normas quanto a obtenção da água uso e reuso e métodos de monitoramento para a avaliação das condições ambientais do cultivo e recuperação se necessário (SILVA et al., 2007). Juntamente com o aumento na demanda de produção de pescado vem uma maior incidência de geração de aporte de matéria orgânica no viveiro, devido a intensificação da produção com aumento da densidade de animais, afetando a qualidade da água.

A redução da biodiversidade da fauna e flora aquática está relacionada a qualidade de água, por tanto as múltiplas fontes de poluição desses sistemas

podem ser diagnosticadas através do uso de bioindicadores, (CALLISTO et al., 2001). O comportamento sedentário dos macroinvertebrados, faz com que esses sejam de grande interesse para a bioindicação, pois possuem um ciclo de vida curto que possibilita a avaliação dos poluentes em várias gerações e uma sensibilidade de resposta intrinsecamente relacionada a quantidade de agentes impactantes na água (RIBEIRO; UIEDA, 2005). Esses organismos complementam as informações obtidas a partir de medidas físicas e químicas da água possibilitando estabelecer um retrato histórico de como as práticas antrópicas interferem na produção aquática (SANTOS et al., 2011).

Os bioindicadores são grupos de espécies utilizados no reconhecimento de condições (passadas, presentes ou futuras) de ecossistemas (CALLISTO; GONÇALVES, 2002). Entre os organismos mais afetados por essas mudanças estão os invertebrados bentônicos, onde as reduções da diversidade de espécies que refletem ambientes muito impactados, podendo se, assim estimar a situação do ecossistema através do registro de espécie (PIEDRAS et al., 2006). A tolerância desses organismos em relação aos parâmetros físicos e químicos da água, pode ser utilizada como instrumento de avaliação de qualidade ambiental (FLYNN et al., 2010), representando uma ferramenta alternativa para determinar padrões de monitoramento da água essencial ao cultivo de peixes. Por essa razão a proposta do trabalho foi diagnosticar os ambientes de cultivo de peixes, utilizando a fauna de macroinvertebrados presentes nesses ambientes como bioindicadores em complemento com os métodos habituais de monitoramento de qualidade dos parâmetros físicos e químicos da água.

1.1 Objetivo geral

Caracterizar a qualidade da água de viveiros escavados, dos pontos de captação da água e locais de lançamento de efluente da atividade de piscicultura a partir do uso de macroinvertebrados.

1.2 Objetivos específicos

- Coletar e identificar os macroinvertebrados;
- Classificar os macroinvertebrados entre grupos sensíveis, tolerantes e resistentes;

- Comparar os pontos de captação da água, viveiro e efluente;
- Analisar a qualidade do ambiente de cultivo aplicando índices biológicos;
- Propor medidas para melhorar a qualidade da água;

2. JUSTIFICATIVA

A qualidade da água é um dos fatores essenciais para o sucesso da produção, pois condições inadequadas podem comprometer o ganho de peso diminuindo os lucros esperados com o produto final (LEIRA et al, 2017). Um bom desenvolvimento dos espécimes de cultivo depende de um manejo adequado e usualmente essas práticas são refletidas através do monitoramento da qualidade da água. Quanto mais o produtor se preocupar com as condições ambientais de cultivo mais viável se tornará a atividade em termos econômicos e socioambientais.

Os resíduos gerados pelas atividades aquícolas podem se tornar um fator impactante para as comunidades aquáticas de rios e lagos usados como corpos receptores. As cargas poluidoras da atividade não afetam somente os animais cultivados mais também toda a biota relacionada aos ambientes de cultivo como nascentes e corpos receptores de aporte orgânico da aquicultura. As comunidades aquáticas desenvolvem uma resposta a essas interferências físicas e químicas mostrando uma oscilação populacional e mudanças na proporção e predominância de espécies. Entre esses grupos de organismos aquáticos os macroinvertebrados bentônicos podem ser utilizados eficientemente como uma ferramenta para retratar detalhadamente a ação sofrida dentro dos viveiros em ciclos de produção passados ou durante o cultivo, possibilitam diagnosticar as condições do ambiente. Dentro dessa premissa é possível identificar falhas no processo de manejo especialmente aqueles relacionados ao uso exagerado de rações estas podendo ser de baixa digestibilidade e qualidade, e também a adubação dos tanques em padrões que levam ao processo de eutrofização. Os grandes aportes de matéria orgânica gerados artificialmente por essas etapas do sistema de produção podem ser detectados através dos macroinvertebrados que retratam uma situação mais fiel e real do ambiente ao qual os animais cultivados estão inseridos, podem apontar a qualidade dos efluentes gerados pela atividade, e também o estado da água de captação para o viveiro. O método de

bioindicação tem a vantagem efetiva de exigir poucos recursos do produtor e pode ser utilizado como complemento dos métodos físico químico que geralmente é realizado com kits de qualidade da água, além de diagnosticar a situação dos ambientes de captação, cultivo e efluente da propriedade. Devido a ocorrência dos macroinvertebrados em todos os ambientes aquáticos, este é o grupo mais recomendado e utilizado para avaliação da água, pois estes são de fácil amostragem e identificação, além de servirem como ferramenta para uma rápida avaliação do estado da qualidade da água em adição as análises químicas e físicas (FLYNN; FERNANDES E FILHO, 2010).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

Os macroinvertebrados bentônicos são animais aquáticos que habitam o fundo de ambientes lênticos (lagos e lagoas) e lóticos (rios e riachos), vivendo enterrados na lama, areia ou sedimentos, ou aderidos as rochas, cascalhos e folhas. Possuem grande importância no fluxo de energia e nutrientes do ecossistema aquático, integrando se a cadeia alimentar e sendo responsáveis por parte da decomposição da matéria orgânica (BARBOSA et al, 2016). Junto ao peixes e comunidade periférica, os macroinvertebrados bentônicos são os organismos mais utilizados para avaliar os impactos nos ambientes aquáticos, devido a atributos que podem ser vantajosos para avaliação desses ambientes (GOULART; CALLISTO, 2003). Segundo Naime e Spilki (2012) alguns macroinvertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água e saúde de ecossistemas por apresentarem as seguintes características:

- Ciclos de vida longo, quando comparado aos organismos do plâncton, que, em geral, tem ciclos de vida em torno de horas, dias, uma ou duas semanas; os macroinvertebrados bentônicos podem viver entre semanas, meses e mesmo mais de um ano, caracterizando-se como "organismos sentinelas".

- Tamanho relativamente grande (maiores que 125 ou 250 μm), alguns visíveis a olho nú;
- Baixa mobilidade pois usualmente são sésseis ou sedentários;
- Distribuição geográfica ampla;
- Abundantes nos ambientes aquáticos e relativamente fáceis de serem capturados;
- Metodologia de coleta simplificada e de baixo custo;
- Baixa variabilidade genética e ecológica;
- Características ecológicas bem conhecidas;
- Identificação relativamente fácil (em termos de família e alguns gêneros) e elevada diversidade taxonômica;
- Fornecem uma ampla faixa de respostas frente a diferentes níveis de contaminação ambiental e são organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio.
- Possibilidade de uso em laboratório em bioensaios e testes de toxicidade aguda e crônica;

O termo biomonitoramento é definido como o uso de respostas biológicas para avaliar mudanças ambientais, e tem por objetivo utilizar essa informação em programas de controle de qualidade da água (NAIME; SPILKI, 2012), em estudos bioacumulação de substâncias tóxicas nos tecidos de organismos usados na alimentação humana e na compreensão de fatores que ameaçam espécies nativas (MUGNAI, NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010). Os autores mencionados ainda sugerem que os índices bióticos baseados na composição da fauna, dominância, presença e ausência de alguns grupos de invertebrados são importantes para monitorar condições ecológicas em geral. No Brasil, o uso de macroinvertebrados aquáticos têm sido propostos nos estudos de impactos causados em bacias hidrográficas, que são afetadas pelo lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais entre outros. No entanto, quando o foco do monitoramento se volta para qualidade dos ambientes relacionados ao cultivo de peixes, os estudos ainda são relativamente escassos, quando comparados aos ecossistemas naturais.

As alterações das variáveis físicas e químicas da água, podem refletir em mudanças na biota aquática, porém, existem outros fatores que podem

interferir na distribuição e colonização dessas comunidades. As interações bióticas do organismo com o ambiente devem ser levadas em consideração, pois correspondem as ligações das respostas dos fatores endógenos do espécime com as características ecológicas do ambiente. Usualmente os macroinvertebrados exibem esses padrões de respostas ambientais alterando sua densidade populacional e diversidade da comunidade sazonalmente em locais não poluídos. Por essa razão, o conhecimento dos aspectos da biologia e ecologia dos invertebrados bênticos é extremamente relevante, para discernir quando o ambiente está alterado ou quando estão no seu estado natural. Os organismos bentônicos correlacionam-se estreitamente com determinados fatores ambientais, de tal forma que o levantamento de espécies num determinado local, podem fornecer informações de alguma alteração na qualidade da água (SILVA et al, 2008). Segundo Silva et al, (2008) o que constitui a base para a bioindicação da qualidade da água é a demonstração de maior ou menor sensibilidade a diferentes concentrações de poluentes para algumas espécies ou todo um ecossistema. Um eficiente bioindicador deve refletir as condições de estresse as quais o sistema está exposto de acordo com a comunidade presente no ecossistema.

3.2 PRINCIPAIS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS BIOINDICADORES

Os macroinvertebrados bentônicos podem ser classificados de acordo com as adversidades ambientais em três grupos principais: organismos sensíveis, tolerantes e resistentes (GOULART; CALLISTO, 2003).

A diferenciação entre os macroinvertebrados bentônicos está relacionada à poluição orgânica, desde organismos típicos de ambientes limpos ou de boa qualidade de águas como as ninfas de Plecoptera e larvas de Trichoptera - Insecta, passando por organismos tolerantes tendo como exemplo os Heteroptera e Odonata - Insecta e Amphipoda – Crustacea, e os organismos resistentes (p. ex. alguns Chironomidae – Diptera, Insecta e Oligochaeta – Annelida). Locais poluídos geralmente possuem baixa diversidade de espécies e elevada densidade de organismos, restritos a grupos mais tolerantes

podendo citar os *Chironomus* e *Polypedilum* – Diptera, Chironomidae e Tubificidae – Oligochaeta (CALLISTO; et al, 2001).

O nível de organização biológica desses organismos é dividido em duas classes, a individual que consiste nas alterações comportamentais, malformação reprodução alimentação e alterações nas taxas de crescimento e a segunda seria a bioquímica e fisiológica que está ligada a alteração na membrana e no metabolismo celular, atividades enzimáticas e no transporte de íons (BAPTISTA; BUSS; EGLER, 2003). Segundo Baptista, Buss e Egler (2003) o aparecimento de deformidades morfológicas em macroinvertebrados bentônicos devido a poluição fica mais evidente em alguns grupos constituídos pelos insetos e os anelídeos aquáticos. O gênero *Chironomus* o mais utilizado, devido esse grupo parecer mais apto a deformidades, e por possuir uma ampla distribuição e altas densidades populacionais, taxonomia e biologia conhecidas e podendo ser mantido em laboratório. Ainda segundo os autores o primeiro reflexo de conflitos fisiológicos e a alteração no comportamento, que ocorre quando um agente químico, ou condição estressante, induzam alterações no comportamento normal do organismo, onde maioria das respostas comportamentais estão ligadas ao sucesso da população, como as funções vitais como fuga, defesa, predação, locomoção respiração e alimentação.

As características dos grupos de macroinvertebrados descritas a seguir são baseadas nas referências: Smith (2001), Thorp e Covich (2001), Merritt, Cummins e Berg (2008), Mugnai, Nessimian e Baptista (2010), Bis e Kosmala.

Organismos sensíveis

Os organismos sensíveis não suportam condições adversas no ambiente, reagem negativamente aos impactos ambientais e reduzem sua densidade e diversidade frente a mudanças ambientais. Esses apresentam um comportamento peculiar de resiliência, ou seja, capacidade de recobrar a estrutura e composição quando o ambiente se recupera após um impacto ambiental. Tem como principais representantes desse grupo:

- Classe Insecta de ordem Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Megaloptera.
- Classe Malacostraca ordem Decapode (lagostin) e Amphipode;
- Classe Branchiopoda ordem Cladocera;

- Classe Maxillopoda ordem Copepoda;

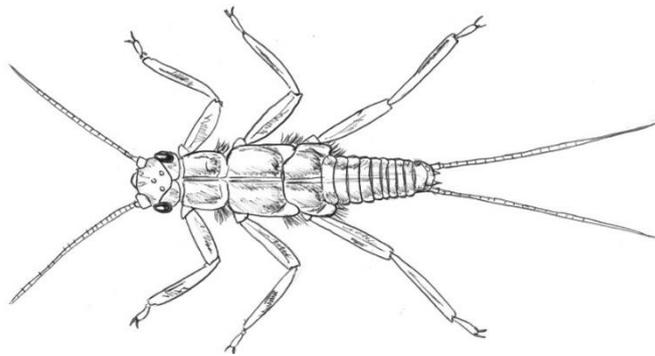
Classe Insecta de ordem Plecoptera.

Os Plecoptera ou popularmente mosca da pedra, alimentam-se de detritos, plantas mortas e algas, no entanto algumas espécies são carnívoras. Os habitats naturais desses invertebrados são locais com temperaturas abaixo de 25 graus Celsius e altas concentrações de oxigênio, embaixo de pedras em correntes rápidas, também podem ser frequentes em troncos submersos e amontoados de folhas nos rios. Sensíveis a baixos níveis de oxigênio, por isso preferem águas mais frias por dissolverem melhor o oxigênio.

Características diagnosticantes:

- Dois cercos;
- Três pares de patas na seção média do corpo (tórax);
- Cada pata tem duas unhas;
- Por vezes possuem tubos de brânquias; duas placas alares.
- Corpos hidrodinâmicos, para não serem arrastados pela corrente.

Figura 1: Características diagnosticantes de náíades de plecópteros ou moscas das pedras (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM PLECOPTERA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Insecta de ordem Ephemeroptera.

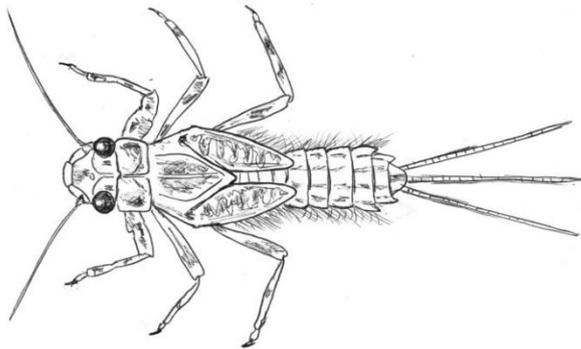
Os Ephemeroptera por sua vez alimentam-se de partículas em suspensão sendo nomeados assim como coletores ou filtradores, mas algumas espécies podem ser detritívoras ou fitófagos em sua fase de ninfa (fase jovem). Na fase adulta não se alimentam por possuírem de um a dois dias de vida e logo após a reprodução morrem. Podem ser encontrados em rios mais lentos em lagos, alocados embaixo de pedras entre a vegetação em águas de fluxo rápido.

Algumas espécies que possuem o corpo mais achatados podem ser encontrados fixadas nas pedras. Vivem em águas limpas e bem oxigenadas, também sensíveis a poluição química, algumas vezes preferem zonas de sombra.

Caracteres diagnosticantes:

- Normalmente têm 3 longos cercos;
- Brânquias laterais ao longo do abdômen; um par de placas alares;
- Três pares de patas na secção média do corpo (torax);
- Uma única unha em cada pata;

Figura 2. Características diagnosticantes de náides de efemérides (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM EPHEMEROPTERA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Insecta de ordem Trichoptera.

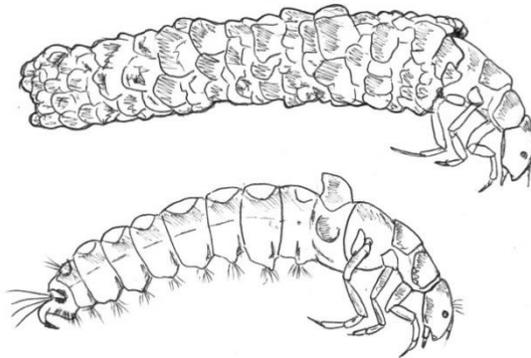
As náides de Trichoptera vivem no fundo dos córregos, rios e lagoas, em geral, dentro de pequenos casulos que são confeccionados partir de sedimentos minerais ou orgânicos, onde se fixam a ele através de um gancho presente na extremidade do seu corpo, alguns representantes dessa ordem não constroem casulos e utilizam o gancho pra se aderirem ao fundo ou se locomover. Fazem parte da sua alimentação algas e outras plantas (vivas e mortas), mais algumas espécies podem ser predadoras e tecer teias para captura de suas presas, alguns podem ser fragmentadores de folhas depositadas. Não toleram águas poluídas.

Características diagnosticantes:

- Três pares de patas bem desenvolvidas nos 3 primeiros segmentos do corpo e ganchos no último segmento.

- Alguns trichoptera constroem casulos a partir de substrato orgânico e mineral.

Figura 3. Características diagnosticantes de náíades de tricópteros (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM TRICHOPTERA).



Fonte: Monkolski, 2018.

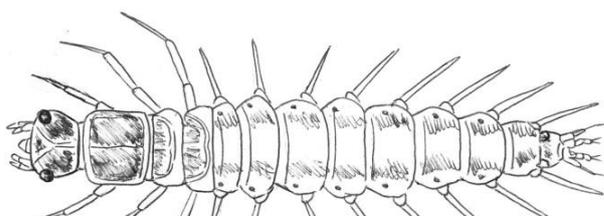
Classe Insecta de ordem Megaloptera

Megaloptera ou formiga leão também possui fase de náíade, preferem viver debaixo das pedras ou na lama em rios limpos de corrente lenta. Possuem mandíbulas bem desenvolvidas sendo assim hábeis predadores de outros macroinvertebrados. Não admitem níveis de oxigênio baixo.

Características diagnosticantes:

- São aquáticos, de cor vermelho acastanhada;
- Parecem lagartas e têm brânquias ao longo de ambos os lados do seu abdômen;
- Três pares de patas na secção média do corpo (torax) com unhas muito finas e uma cauda única;

Figura 4. Características diagnosticantes de náíades megalópteros ou lacraias d'água (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM MEGALOPTERA).



Fonte: Monkolski, 2018.

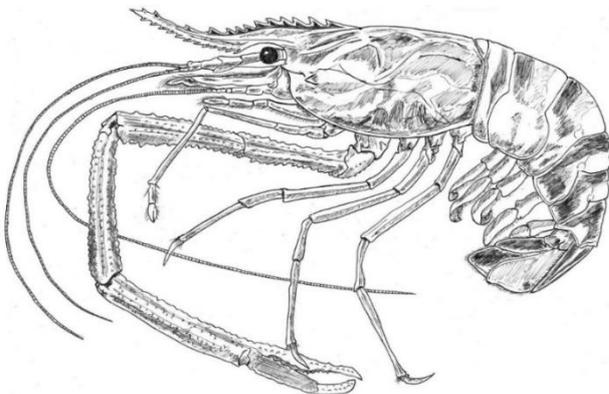
Classe Malacostraca ordem Decapode (lagostin).

Os Decapodes ou lagostins vivem em diferentes ambientes estão entre eles pântanos, rios e barragens, algumas espécies escavam tuneis nas margens, escondem se entre as pedras e falhas dos predadores. Alimentam se de vegetais, madeira, peixes e carne mais também podem apresentar o comportamento de canibalismo caso haja escassez de alimento. As brânquias são sensíveis e são facilmente afetadas pela poluição da água.

Características diagnosticante:

- Duas patas da frente em forma de tenaz, usadas sobretudo na defesa contra predadores, para pegar na comida e cavar buracos
- 4 pares de pernas para caminhar e uma cauda longa e espessa.
- A ponta da cauda é usada para impulsionar o lagostim rapidamente através da água.

Figura 5. Características diagnosticantes de lagostins (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM DECAPODA).



Fonte: Monkolski, 2018.

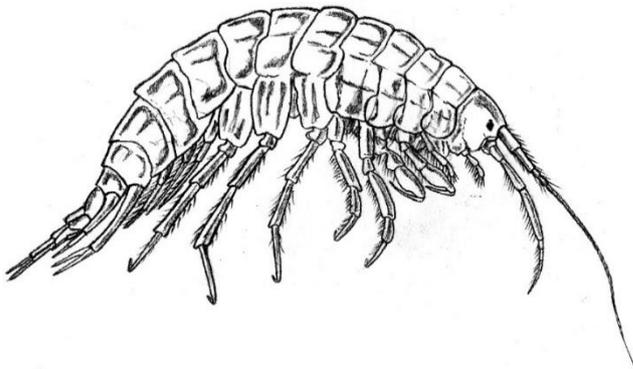
Classe Malacostraca ordem Amphipode.

Os anfípodes vivem de baixo de pedras e vegetação, tem preferência por águas lentas ou paradas, algumas espécies podem ser encontradas no mar e estuários. Alimentam-se de animais e plantas mortas, possuem brânquias sensíveis que são diretamente afetadas pela poluição.

Caracteres diagnosticantes:

- São ligeiramente curvados e achatados lateralmente com segmentos duros (anéis que dividem o seu corpo).
- Cada segmento tem um par de patas.
- Sete pares de patas para caminhar e três pares para nadar, mais dois pares de antenas.

Figura 6. Características diagnosticantes de anfípodes (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM AMPHIPODA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Branchiopoda ordem Cladocera.

Cladocera ou pulgas da água é a ordem de pequenos crustáceos, a maioria apresenta hábito bentônico ou rastejador, se alimentando da matéria orgânica de plantas, sedimentos, também tem famílias tipicamente planctônicas são filtradoras se alimentando de fitoplâncton, bactérias, detritos.

Características diagnosticantes:

- Cabeça voltada para a parte ventral;

- Carapaça a recobrir o tórax e o abdômen, os quais são aparentemente não segmentados;
- Um único olho composto implantado na sua parte mediana;

Figura 7. Características diagnosticantes de pulgas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CLADOCERA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Maxillopoda ordem Copepoda.

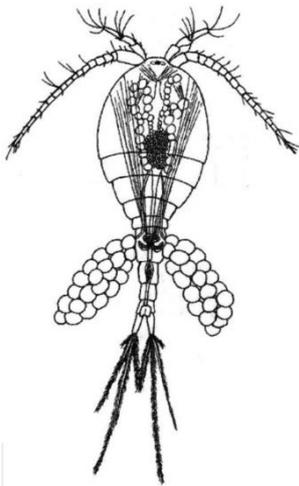
Os copépodes podem ser encontrados em águas continentais e salgadas e habitam diversos ambientes aquáticos. Alimentam-se de fitoplâncton e partículas em suspensão.

Características diagnosticantes:

- Corpo é composto de cabeça, tórax e abdômen;
- A cabeça está fundida com o primeiro e às vezes o segundo segmento torácico;
- Um olho naupliano mediano típico na maioria;
- As primeiras antenas são unirremes e longas;
- O tórax possui seis segmentos;

- O primeiro par de apêndices é modificado, formando maxilípedes para alimentação;

Figura 8. Características diagnosticantes de copépodes (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MAXILLOPODA, ORDEM COPEPODA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Organismos tolerantes

Os macroinvertebrados tolerantes podem suportar condições adversas por um determinado período de tempo, assim como os sensíveis reagem negativamente aos impactos ambientais e reduzem sua densidade e diversidade. O segundo grupo possui dois comportamentos o de resiliência e de plasticidade, ou seja, a capacidade de adaptar se as mudanças no ambiente. A necessidade de concentrações de oxigênio dissolvido é menor, uma vez que alguns representantes utilizam o oxigênio atmosférico. A plasticidade desses organismos faz com que haja uma maior diversidade de habitats e micro habitats (GOULART; CALLISTO, 2003).

Tem como principais representantes:

- Classe Bivalvia ordem Veneroidae, Unionida e Mytiloida;
- Classe Gastropoda ordem Bosomatophora, Stylomataphora; Família (Planorbidae e Lymnaeidae).
- Classe Insecta ordem Coleoptera (Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae e Elmidae), Hemiptera (Alfaiate notonectidae e gerridae barata da água belostomatidae e hydrometidae), Diptera (Ceratopogonidae, Simullidae Culicidae, Tabanidae);
- Classe branchiopoda ordem cladocera família chidoridae;
- Classe ostracoda ordem podocopyda;
- Classe branchiopoda conchostracada;
- Classe Hirudinea ordem Ordem Macrobdellida;

Classe Insecta ordem Odonata libélula e libelinha.

A ordem Odonata apresenta como principais exemplares as libélulas ou lavadeiras e os agriões ou libelinhas estes possuem hábitos semelhantes. Estes são predadores e praticam também o canibalismo. Habitam o fundo de lagoas e rios com pouca corrente, entre as pedras e a vegetação e depósitos de folhas.

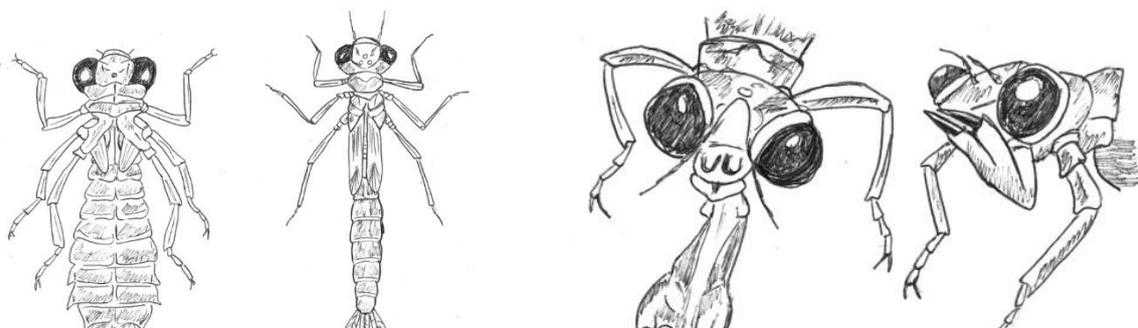
Caracteres diagnosticantes libélula:

- Pequenas e rechonchudas com placas alares e brânquias internas;
- Mandíbulas extensíveis que se situam por baixo da cabeça;
- As seis pernas estão localizadas próximo da cabeça;

Caracteres diagnosticantes libelinha:

- Corpos delgados, com três brânquias no final do corpo semelhantes a cercos
- Mandíbulas extensíveis que se situam por baixo da cabeça;
- Patas próximas da cabeça;
- Olhos grandes e compostos;

Figura 10. Características diagnosticantes de náíades de **libélulas** e **libelinhas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM ODONATA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Fonte: Monkolski, 2018.

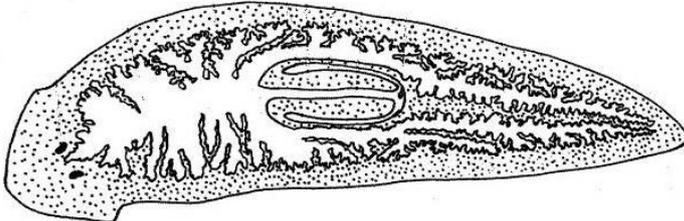
Classe Turbellaria ordem Tricladida.

Os Tricladidas ou planárias, são encontradas em lagos e rios em locais pouco profundos, ficam sobre pedras e plantas em locais escuros. Alimentam se principalmente de animais mortos no fundo e predam outros invertebrados menores que possam ser capturados. Tolerantes podendo viver em locais com grande quantidade de animais e plantas mortas.

Características diagnosticantes Tricladida:

- Semelhantes a pequenos vermes, mas planas e sem corpo segmentado;
- As espécies maiores movem-se pelo fundo das massas de água através de ondas musculares que fazem mover o seu corpo, mas que não lhes permite nadar.

Figura 9. Características diagnosticantes de **Planárias** (FILO PLATYHELMINTES, CLASSE TURBELLARIA, ORDEM TRICLADIDA).



Fonte: Monkolski, 2018.

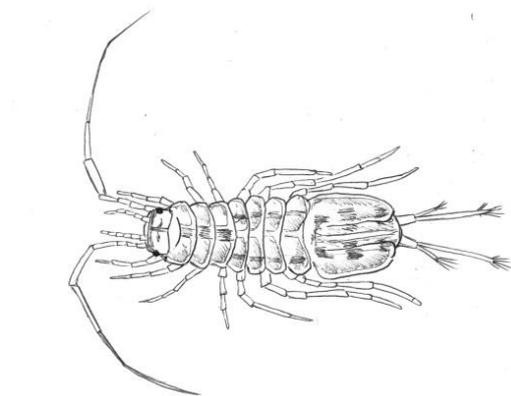
Classe Malacostraca ordem Decapode Isopoda.

Os Isopoda habitam rios, ribeiros, nascentes, lagos e pântanos, possuem um habito alimentar detritívoro. Esses organismos não toleram poluição química no entanto são resistentes por tolerarem algumas mudanças no ambiente.

Caracteres diagnosticantes Isopoda:

- Corpo com segmentos, cada um com um par de patas;
- Têm sete pares de patas;
- Dois pares de antenas, um par mais longo que o outro;
- Têm todo o corpo achatado;

Figura 11. Características diagnosticantes de baratinhas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE MALACOSTRACA, ORDEM ISOPODA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Bivalvia ordem Veneroidae, Unionida e Mytiloida.

Veneroidae e Mytiloida são os mexilhões de água doce alguns desses indivíduos é capaz de sobreviver por um longo período de estiagem enterrando se na lama e fechando sua concha, habitam canais de irrigação e fundo dos rios. Alimentam se de fito e zooplanton, e respiram através de um sifão que suga e filtra as partículas. Os mexilhões são tolerantes e não estão presentes em águas poluídas, e acumulam químicos tóxicos em seus tecidos.

Caracteres diagnosticantes:

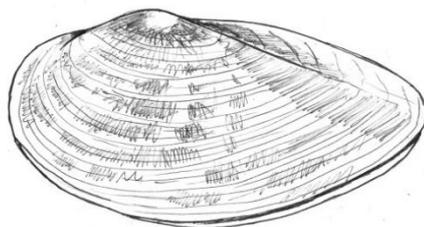
- Duas válvulas que articulam entre si, encontram se na maior parte do tempo fechadas;

- Têm conchas espessas, algumas de forma alongada, outras mais arredondadas;
- Possuem um pé que usam para se enterrar no fundo dos rios;

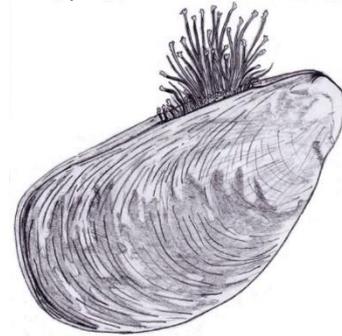
Figura 12. Características diagnosticantes de **mexilhões de água doce** (FILO MOLUSCA, CLASSE BIVALVIA, ORDENS VENEROIDA, UNIONIDA, MYTILOIDA).



Fonte: Monkolski, 2018.



Fonte: Monkolski, 2018.



Classe Gastropoda ordem Bosomatophora, Stylomatophora; Família (Planorbidae e Lymnaeidae).

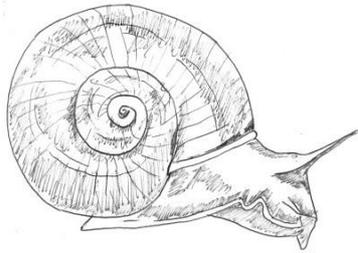
Bosomatophora, Stylomatophora são representantes dos caracóis ou caramujos, estes vivem em conchas fixos em plantas ou rochas, nos locais calmos de lagoas e rios. Obtêm seu alimento através do processo de filtração retendo partículas inertes, ou raspando pedras e outros substratos. São considerados tolerantes por poderem viver em locais ricos em matéria orgânica, no entanto não suportam algumas formas de poluição tóxica, alguns exemplares podem emergir a superfície para armazenar oxigênio na concha e outros extraem oxigênio da água pelas brânquias.

Caracteres diagnosticantes:

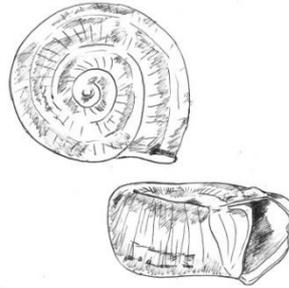
- Caracol com uma concha em espiral;

- Corpo mole;
- Cabeça bem marcada, munida de dois ou quatro tentáculos sensoriais;
- Boca com rádula;

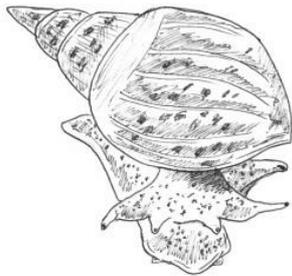
Figura 13. Características diagnosticantes de Caracóis de água doce (FILO MOLUSCA, CLASSE GASTROPODA, ORDENS BASOMMATOPHORA e STYLOMATOPHORA).



Fonte: Monkolski, 2018



Fonte: Monkolski, 2018



Fonte: Monkolski, 2018.

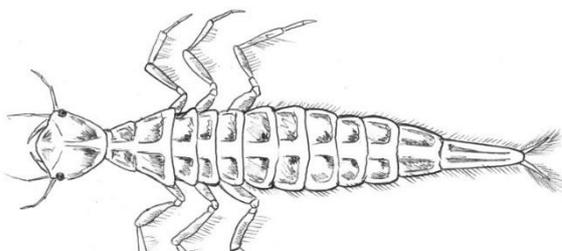


Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Insecta ordem Coleoptera (Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae e Elmidae).

A ordem Coleoptera das famílias Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae e Elmidae, também conhecidos como carochas, vivem em diversos habitats desde rios lentos, poças e lagos ou mesmo linhas de águas permanentes e de fluxo rápido, abrigam-se entre a vegetação em correntes não profundas. Alimentam-se de matérias vegetais e animais mais podem ser predadores. Apresentam tolerância a poluição onde os Gyrinidae são sensíveis a baixas concentrações de oxigênio.

Figura 14. Características diagnosticantes de larvas de Carochas (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLIA DYTISCIDAE).

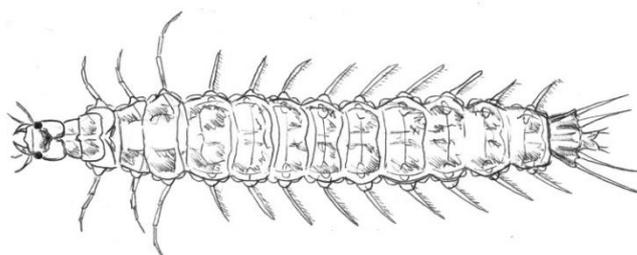


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Dytiscidae:

- As larvas são alongadas;
- Com fortes mandíbulas, de aspecto agressivo;
- A extremidade do abdômen mais alongado, com cerdas que são utilizadas para respiração;
- Apresentam 3 pares de patas;
- Cabeça geralmente com constrição posterior;
- Duas unhas na extremidade das pernas;
- Pernas com cinco segmentos;
- Abdômen termina geralmente em um par de urogomphi;

Figura 15. Características diagnosticantes de larvas de Carochas (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA GYRINIDAE).

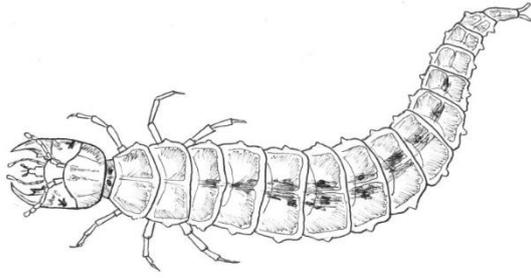


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Gyrinidae:

- Segmentada;
- Larvas possuem brânquias laterais;
- Possuem poucos predadores, porque, produzem uma secreção de gosto desagradável;
-

Figura16. Características diagnosticantes de larvas de **Carochas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA HYDROPHILIDAE).

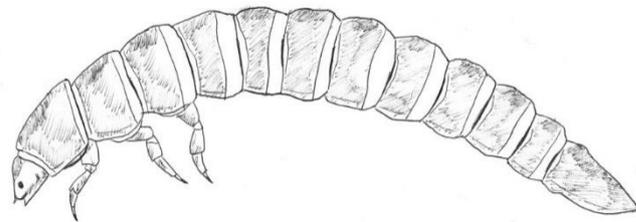


Fonte: Monkolski, 2018

Características diagnosticantes Hydrophilidae:

- As larvas são alongadas;
- Com fortes mandíbulas, de aspecto agressivo;
- Apresentam 3 pares de pernas bem desenvolvidas;
- Cabeça sem constrição posterior;
- Uma unha na extremidade das pernas;
- Pernas com quatro segmentos;
- Abdômen sem estruturas especiais na extremidade;

Figura 17. Características diagnosticantes de larvas de **Carochas** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM COLEOPTERA, FAMÍLA ELMIDAE).



Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Elmidae:

- Possuem o corpo esclerotizado, revestido por uma carapaça dura;
- As brânquias das larvas são retráteis;
- Seu ciclo de vida tem alguns aspectos peculiares, é uma das únicas famílias cuja pupa é aquática, apesar de se localizar na superfície da água;

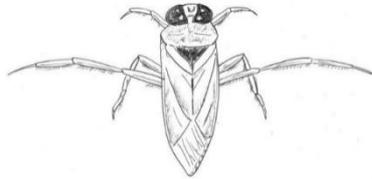
Classe Insecta ordem Hemiptera.

Na ordem Hemiptera os conhecidos como alfaiate e barata da água, vivem na superfície de águas calmas, estes podem ser predadores ou detritívoros. Tolerantes por viverem sobre a água não sentem influência quando esta poluída.

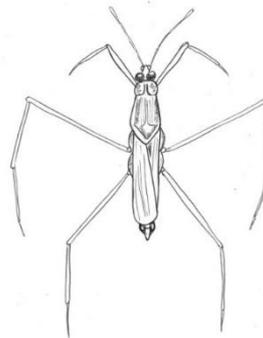
Características diagnosticantes Notonectidae e Gerridae:

- São planos e compridos, sem asas
- O segundo e terceiro par de patas são quase duas vezes mais longos que os seus corpos.
- Patas anteriores pequenas para atacar e prender as presas;
- As suas patas têm pequenos pêlos que contêm pequenas bolhas de ar, permitindo-lhes andar na superfície da água;

Figura 18. Características diagnosticantes de **Alfaiates** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA NOTONECTIDAE e GERRIDAE).

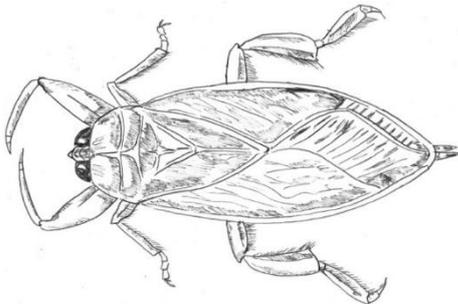


Fonte: Monkolski, 2018.



Fonte: Monkolski, 2018.

Figura 19. Características diagnosticantes de **baratas d'água ou escorpiões d'água** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA BELOSTOMATIDAE).

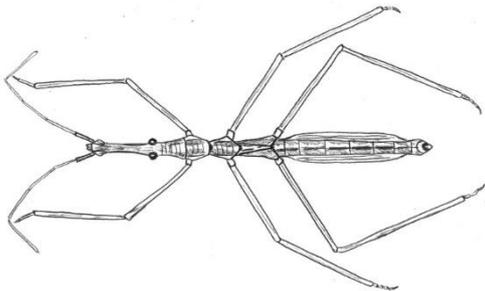


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Belostomatidae:

- Tais insetos têm até 10,5 cm de comprimento;
- Corpo largo e chato;
- Coloração castanha e asas acinzentadas para camuflagem;
- Pernas anteriores adaptadas a agarrar suas presas e pernas posteriores achatadas;
- Próprias para a natação, embora não sejam bons nadadores;

Figura 20. Características diagnosticantes de **patinadores d'água** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM HEMIPTERA, FAMÍLA HYDROMETRIDAE).



Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Hydrometridae:

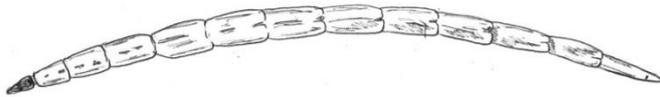
- Um par de antenas;
- Possuem corpos e pernas extremamente longas e delgadas;
- Medem até 22 mm;

Classe Insecta ordem Diptera (Ceratopogonidae, Simullidae Culicidae, Tabanidae);

A ordem Diptera tem como representantes as famílias Ceratopogonidae, Simullidae Culicidae, Tabanidae, vivem em rios, lagos, água em troncos de árvores ou onde acumule água. Desempenham um importante papel na reciclagem de nutrientes por se alimentarem de matéria em decomposição. As larvas de Simullidae são filtradoras. Os Culicidae por sua vez têm preferência

por águas paradas, aspiram oxigênio por tubos presentes na cauda, ficando assim suspensos de cabeça para baixo devido a tensão superficial da água. Alimentam-se de microrganismos e partículas orgânicas na água. Muito tolerantes à poluição orgânica por se alimentarem de partículas orgânicas e resistem a níveis baixos de oxigênio por vivem na superfície. Tolerantes suportam níveis de oxigênio baixo, pois estes vêm à superfície para respirar, aturam a poluição orgânica devido ao seu hábito alimentar.

Figura 21. Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLIA CERATOPOGONIDAE).

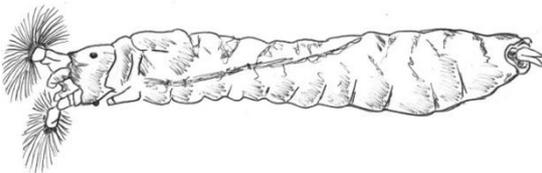


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Ceratopogonidae:

- Aspecto de vermes segmentados porém menores e mais finos;
- Não possui pró pernas

Figura 22. Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLIA SIMULIIDAE).

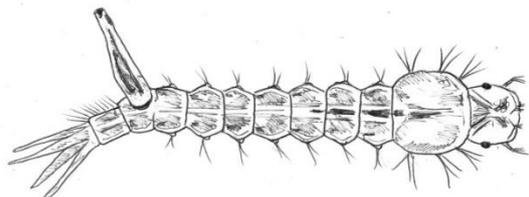


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Simuliidae:

- Apresenta respiração branquial;
- Alongada e possui duas ventosas, uma anterior e outra posterior;

Figura 23. Características diagnosticantes de larvas de mosquitos (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA CULICIDAE).

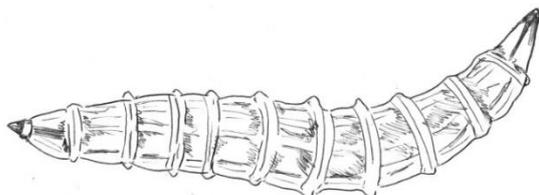


Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Culicidae:

- As larvas parecem-se com vermes peludos com sifões;
- As pupas estão encerradas num casulo que lhes cobre metade do corpo;

Figura 24. Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLA TABANIDAE).



Fonte: Monkolski, 2018.

Características diagnosticantes Tabanidae:

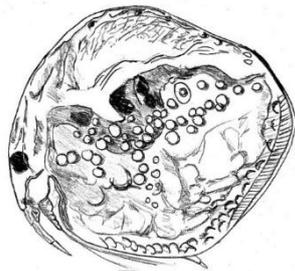
- Não têm patas;
- Semelhantes a vermes;

Classe Branchiopoda ordem Cladocera família Chydoridae

Os cladoceros quidorídios são organismos muito comuns na região litorânea usualmente associados as macrofitas, perifiton e no sedimento e são reconhecidos por pertencerem ao grupo funcional trófico de detritívoros como afirmam Santos-Wisniewski et al. (2002, p. 682). Segundo esses autores os microcrustáceos quidorídios ocupam uma posição chave na cadeia alimentar processando a matéria orgânica e por essa razão podem ser indicadores do estado trófico dos corpos da água porque responde ligeiramente as mudanças

nas variáveis ambientais. O corpo é arredondado e comprimido lateralmente e na região da cabeça observa-se um rostro (espinho) bastante desenvolvido com antenas relativamente curtas (SOUSA et al., 2016, p.3). O fato de estarem adaptados a viverem entre os interstícios do sedimento reflete na presença de antenas muito curtas, ausência de apêndices estabilizadores natatórios e espinhos pós-abdominal.

Figura 25. Características diagnosticantes de pulgas d'água (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CLADOCERA).



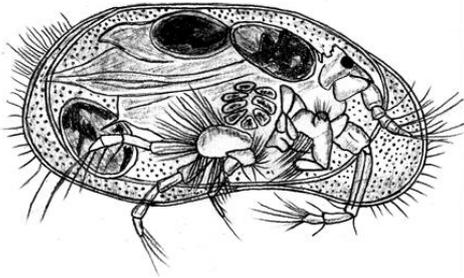
Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Ostracoda ordem Podocopyda

Os ostracodes são microcrustáceos conhecidos popularmente como camarões feijão ou camarões semente apresentando um tamanho diminuto que varia de 0,5mm a 4mm. Vivem no substrato bento em locais com acúmulo de detritos que serve como principal fonte de alimento (HIGUTI; ROCHE; MARTENS, 2017). Apesar de serem comuns no substrato bento usualmente não são incluídos em índices biológicos de qualidade da água, porque são conhecidos por tolerar uma ampla gama de ambientes, sendo considerados inadequados para identificação rápida a nível de gênero e espécie. Avanços taxonômicos recentes estão ajudando a superar muitos problemas de identificação em ostracodes e é muito provável que eles sejam incluídos nesses índices por que

suas carapaças calcárias são preservadas após a morte deixando um registro potencial de sua resposta a mudança a qualidade de água (BOOMER; ATTWOOD; p. 117, 2007). Os ostracodes estão associados a existência de poluição orgânica, mas num nível onde existe uma certa quantidade de oxigênio (condição hipóxia) em locais de água limpa sua densidade diminui consideravelmente porque são vítimas de intensa predação. Os ostracodes tem o corpo pequeno com segmentação reduzida, sendo envolvidos por uma carapaça bivalve em forma de grão de feijão. Não é possível a distinção entre a cabeça tórax e abdômen, um olho nauplear é perceptível na região equivalente a cabeça e uma série de apêndices em um número de seis a oito pares (R.C. BRUSCA; G. J. BRUSCA, 2007). A identificação do grupo se dá pela visualização da forma e ornamentação da carapaça (SOUSA DE MIRANDA; PINTO-COELHO; HIGUTI, 2008).

Figura 26. Características diagnosticantes de camarões semente (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE OSTRACODA, ORDEM PODOCOPYDA).



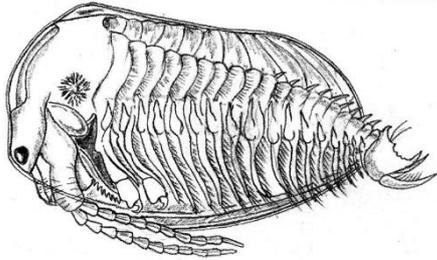
Fonte: Monkolski, 2018.

Classe Branchiopoda ordem Conchostracada.

Os conchostracos são crustáceos associados a corpos de água de pequeno volume e baixa profundidade, adaptados a ambientes aquáticos mais extremos com condições químicas e físicas altamente variáveis (MABIDI et al., 2016). São micro crustáceos que apresentam corpo comprimido lateralmente abrigado em uma carapaça com duas valvas. Visualmente podemos distinguir uma cabeça contendo um olho naupleano, duas antenulas birremes bem longas e duas antenas que são menores. Não a distinção entre o tórax e o abdômen sendo formado por um único tronco. Os dois primeiros pares de apêndices formam uma espécie de garra (quilipede) e os demais são achatados e

filamentosos funcionando para filtrar os detritos e para respiração. No final do pós abdômen observa se a presença de uma furca caudal (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

Figura 27. Características diagnosticantes de camarões ostras (FILO ARTHROPODA, SUBFILO CRUSTACEA, CLASSE BRANCHIPODA, ORDEM CONCHOSTRACA).



Fonte: Monkolski, 2018.

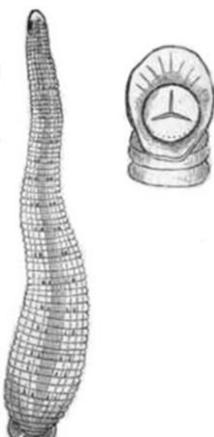
Classe Hirudinea ordem Ordem Macrobdellida.

As Macrobdellida ou sanguessuga alimentam se do sangue de vertebrados, de larvas de insetos, vermes e caramujos, possui corpo achatado possui ventosas em suas extremidades. Encontram se em rios e lagoas mais quentes em locais lentos fixam se em plantas, ficam embaixo de rochas e detritos. Tolerantes sendo capazes de tolerar vários poluentes químicos, e sobreviver a baixas concentrações de oxigênio.

Caracteres diagnosticantes:

- Vermes segmentados e cilíndricos com uma ventosa em cada extremidade, uma delas sendo a boca;
- Boca tem três pequenas mandíbulas equipadas com dentes afiados;
- Podem nadar, e andar, formando uma espécie de curvas com o corpo;
- A forma do corpo depende se os seus músculos estão relaxados ou contraídos;

Figura 28. Características diagnosticantes de sanguessugas (FILO ANELLIDA, CLASSE HIRUDINEA, ORDEM MACROBDELLIDA).



Fonte: Monkolski, 2018.

3.2.3. ORGANISMOS RESISTENTES

Os organismos chamados de resistentes, esses podem suportar a condições ambientais adversas, reagem positivamente aos impactos ambientais, aumentam da densidade das espécies. Esse grupo apresenta como comportamentos a plasticidade assim como nos organismos tolerantes e a resistência que é devida a sua capacidade de manter sua estrutura e funcionamento em condições adversas. Os principais representantes são:

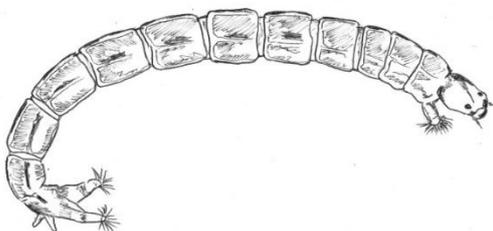
Classe Insecta, ordem Diptera, família Chironomidae

A família Chironomidae ou quironomídeos são chamados de vermes sanguíneos devido a presença de hemoglobina, o que os ajuda a tolerar água muito pobre em oxigênio fazendo desses organismos resistentes. O hábito alimentar pode ser detritívoro, ou herbívoro. Algumas espécies vivem livremente enquanto algumas habitam tubos de seda. Localizados geralmente a cinco centímetros no sedimento, alguns vivem na lama e com baixos níveis de oxigênio.

Caracteres diagnosticantes Chironomidae:

- Semelhante a uma minhoca, com forma de C;
- As larvas de chironomidae podem ser de várias cores, apenas as vermelhas são chamadas vermes sanguíneos;

Figura 29. Características diagnosticantes de **larvas de mosquitos** (FILO ARTHROPODA, CLASSE INSECTA, ORDEM DIPTERA, FAMÍLIA CHIRONOMIDAE).



Fonte: Monkolski, 2018.

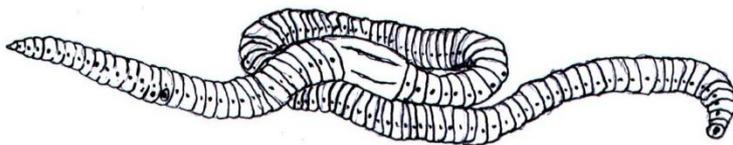
Classe Oligochaeta, ordem Haplotaxida.

A ordem Haplotaxida semelhante a uma minhoca ocorre em vastas condições desde águas paradas a correntes, rios, lagos e córregos. Nas espécies mais resistentes a presença de hemoglobina dando-lhes a coloração avermelhada. Alimenta-se de detrito e bactérias presentes no silte e lama. Abundantes em águas de qualidade ruim, pois suportam poluição orgânica se beneficiando do alimento ali presente, matéria orgânica, bactérias e algas e toleram baixas concentrações de oxigênio sendo assim resistentes.

Características diagnosticantes Haplotaxida:

- Corpos segmentados com extremidades arredondadas, sem patas e sem ventosas;
- Muitas são vermelhas ou cor de carne;
- Algumas espécies são pequenas com poucos segmentos e com o corpo claramente dividido em regiões especializadas;
- Alguns possuem algumas ou várias centenas de segmentos;
- Em certas espécies existem brânquias externas;

Figura 30. Características diagnosticantes de minhocas aquáticas ou oligoquetos (FILO ANELLIDA, CLASSE OLIGOCHAETA, ORDEM HAPLOTAXIDA).



Fonte: Monkolski, 2018.

Os macroinvertebrados resistentes são capazes de sobreviver em condições com depleção total de oxigênio por várias horas, além de serem organismos detritívoros, ou seja, alimentam-se da matéria orgânica depositada no sedimento, favorecendo a sua adaptação aos mais diversos ambientes, os Oligochaeta quanto aos Chironomidae, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats, sendo assim

apontados como organismos de hábito fossorial (GOULART; CALLISTO, 2003).

3.3. MANEJO DE AMBIENTE DE CULTIVO DE PEIXES E QUALIDADE DA ÁGUA

A proposta inicial do manejo de qualidade da água é oriunda da preocupação com a saúde pública, pois essa prática foi desenvolvida para monitorar a contaminação da água causada pelos materiais tóxicos e esgotos, com a necessidade de proteger ecossistemas aquáticos (SILVA et al., 2008). A contaminação gera profundas alterações físicas e químicas da água que afetam diretamente o equilíbrio biológico das espécies que ali vivem, podendo modificar a produção primária e a função do ecossistema. O acompanhamento das variáveis abióticas é frequentemente usado nas produções piscícolas para estabelecer modificações no processo de manejo dos tanques escavados, mas raramente os produtores se preocupam com as emissões dos efluentes gerados pela produção. O método de análise física e química possui algumas limitações para representar verdadeiramente o que está ocorrendo no ambiente, visto que suas medidas embora rápidas e emergenciais são de caráter momentâneo, não expressando o que ocorreu historicamente no ambiente.

O acúmulo de matéria orgânica em viveiros de cultivo gerado pelos excretas dos peixes e dos restos de ração, condicionam dependendo do nível, alterações físicas e químicas na água que interferem na biota e na própria produção. Apesar da indústria de nutrição animal tenha tentado desenvolver rações com uma melhor digestibilidade e aproveitamento pelo peixe para diminuir a quantidade de dejetos, ainda se usa nas propriedades rações de má qualidade que são mais baratas. O uso de rações dessa natureza ou o uso inadequado de rações gera um acúmulo de matéria orgânica no fundo, fazendo com que ocorra um afloramento de fitoplâncton no ambiente. Esse processo resulta no aumento gradativo das comunidades zooplânctônicas e de macroinvertebrados incrementando a cadeia alimentar com maior oferta de alimento. Apesar dos peixes se beneficiarem com esse processo no que diz respeito a alimentação, haverá um significativo aumento da produção de

matéria orgânica no fundo, seja pela produção de dejetos ou por sua morte (SWAROFSKY, 2003).

Os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica que têm origem no solo afetam diretamente a qualidade da água, principalmente o oxigênio no solo que diminui de acordo com a profundidade, sendo que quanto maior o acúmulo de matéria orgânica maior a profundidade do substrato e, em consequência pior será a qualidade do efluente produzido, pois em condições de anaerobiose a diminuição da decomposição microbiana e mineralização, faz com que muitos nutrientes da coluna d'água saiam no efluente sem serem processados, por isso deve se tomar cuidado com a intensa troca de água no cultivo para que o ciclo desses processos seja completo, não tendo uma carga expressiva no efluente.

O enriquecimento orgânico do meio de cultivo vai ocasionar uma substituição das comunidades presentes no ambiente que vão variar de acordo com a oxidação e mineralização da matéria orgânica da água, sendo substituídas as mais sensíveis pelas mais resistentes, em grande quantidade a matéria orgânica pode gerar um efluente tóxico para os corpos hídricos ocasionando uma alteração no ecossistema (QUEIROZ et., al 2008).

Um efeito físico muito comum é a grande quantidade de silte encontrada nos viveiros de cultivos e em corpos hídricos que além de encobrir habitats aquáticos pode ocasionar interferência na respiração e danificar as brânquias de organismos aquáticos, este é principalmente decorrente da erosão do solo que como consequência pode ocasionar a eliminação de alguns grupos aquáticos, principalmente os mais sensíveis, como por exemplo a Plecoptera e Ephemeroptera (EGLER, 2002).

3.4. Índice BMWP

Em 1976 foi criada o índice BMWP (Biological Monitoring Working Party System) bastante utilizado em todo mundo, ordenando as famílias de macroinvertebrados aquáticos em 9 grupos que leva em consideração a sua presença ou ausência no meio, classificando os organismos de menor a maior tolerância à poluição orgânica, atribuindo a cada família um somatório de valores relacionada a sensibilidade a poluição (figura.1.) onde os mais

sensíveis a altos níveis de poluentes recebem valores mais altos enquanto famílias tolerantes recebem valores mais baixos, ou seja, a capacidade de sobrevivência desses espécimes em diferentes situações de qualidade de água (KAMADA et al., 2012).

Figura 31. Tabela de pontuação de famílias dentro do Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Chordodidae, Ghomphidae, Hydridae, Lamoyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Olineuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptoplebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lesidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Sthaphylinidae.	6
Belastomidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometidae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossophoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Phydidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae.	2
Turbificidae	1

Fonte- Disponível em: www.monografias.com.

Os ambientes de viveiros ou tanques escavados de piscicultura podem ser enquadrados como ecossistemas muito semelhantes aos lagos rasos, em estado túrbido, contudo, observa-se pelo menos um controle parcial do fluxo da água, a oxigenação depende em sua maioria das algas e eventualmente de aeradores, a densidade de peixes é pré determinada através de cálculo de estocagem para a espécie desejada. Alguns ambientes de lagos rasos raramente tem a água com coloração cristalina, porque o substrato de fundo é constantemente suspenso pela ação do vento e pelo movimento dos peixes para se alimentar causando um aumento da turbidez, disponibilizando nutrientes presos no substrato para a coluna d'água (SCHEFFER, 2004). A

presença de nutrientes disponíveis na água promove o desenvolvimento de macrófitas aquáticas e assim o zooplâncton pode refugiar-se e atingir densidades para controlar suficientemente o crescimento expansivo das algas (ESTEVES, 2011).

4. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no período de agosto de 2017 a junho de 2018 em seis propriedades rurais (Prop1, Prop2, Prop3, Prop4, Prop5 e Prop6) do município de Laranjeiras do Sul Paraná que desenvolvem a atividade de piscicultura em sistema semi intensivo. As amostras do substrato bentônico foram coletadas nas seis propriedades em 3 locais a captação da água, viveiro e efluentes, sendo que cada local conta com 3 amostras (margem1, centro e margem2), totalizando 9 amostras por propriedade. Um coletor-draga tipo Petersen (área aproximada de 0,125m²) foi utilizado para obter as amostras de sedimento do leito dos ambientes estudados. O sedimento coletado para análise biológica foi acondicionado temporariamente em sacos plásticos contendo solução de formol a 10% e depois submetido a lavagem com água em um jogo de peneira de 2,0mm; 1,0mm e 0,2mm. Durante esse processo foi efetuada a pré-triagem onde os invertebrados encontrados a olho nu foram separados, contados e identificados. O material retido na peneira de malha mais fina (0,2mm de abertura) foi levado para laboratório e processado. Os organismos do sedimento foram triados, identificados até o menor nível taxonômico possível e contados em laboratório sob microscópio estereoscópico. Os espécimes encontrados foram acondicionados em frascos e fixados com álcool 70%. Após a identificação e contagem dos espécimes foi realizado o cálculo de indivíduos por m² encontrados nos diferentes pontos de coleta.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Os viveiros se caracterizam por possuírem formas e dimensões variáveis de médio a grande porte, com suas regiões marginais colonizados principalmente por gramíneas, e com sistema de circulação da água em cascata, a exceção de 2 propriedades que já passaram por um processo de readequação do sistema

de abastecimento e drenagem dos tanques. A água captada de origem de pequenos riachos e córregos, alguns deles desprotegidos de vegetação ripária, mas com a presença de gramíneas em seu entorno. Outro por sua vez tem suas nascentes um pouco distantes dos pontos de captação de água, e com vegetação de características mista entre umbrófila mista e densa em alguns pontos colonizando suas margens. Os ambientes de cultivo sofrem interferências de processos antrópicos como aporte de fertilizantes e agrotóxicos derivados do cultivo de alho, arroz, amendoim, batata, cana de açúcar, cebola, feijão, mandioca, soja, fumo, bovinocultura de leite e de corte. Alguns dos riachos que abastecem tem influência Médio rio Iguaçu, amplamente empregado para abastecimento de água, irrigação, atividades de recreação e geração de energia (IBGE, 2013). As propriedades avaliadas, em sua maioria trabalha com o cultivo de tilápia, carpa comum, carpa capim, pacu, piau, jundiá e outros tipos de bagres, usualmente em sistema extensivo ou semi-intensivo, mas prevalecendo o policultivo. Percebe-se numa análise de protocolo rápido que os tanques são ambientes extremamente produtivos devido ao acúmulo de nutrientes, estado variando entre o mesotrófico e eutrófico, com grande acúmulo de matéria orgânica proveniente da captação da água e adubações constantes. Dessa forma, esperava-se através dos dados de levantamento da fauna bentica a presença de grupos coletores-catadores, associados a carga orgânica presente dentro dos viveiros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ambientes de cultivo foram capturados 34 grupos taxonômicos diferentes de macroinvertebrados bênticos (Tabela 1), sendo distribuídos entre nematóides, moluscos, anelídeos, crustáceos, insetos e ácaros. Os macroinvertebrados mais abundantes nas amostras foram Oligochaeta (48,9%), Chironomidae (28,2%), Hirudinea (3,8%), Copepoda (2,4%), Nematoda (2,3%), Hydracarina (2,1%), Gastropoda e Bivalvia (1,2% respectivamente) sendo os demais táxons registrados com menor frequência e densidade.

Tabela 1 – Lista de ocorrência de famílias de invertebrados aquáticos presentes nos ambientes de cultivo e somatória de pontos do índice BMWP.

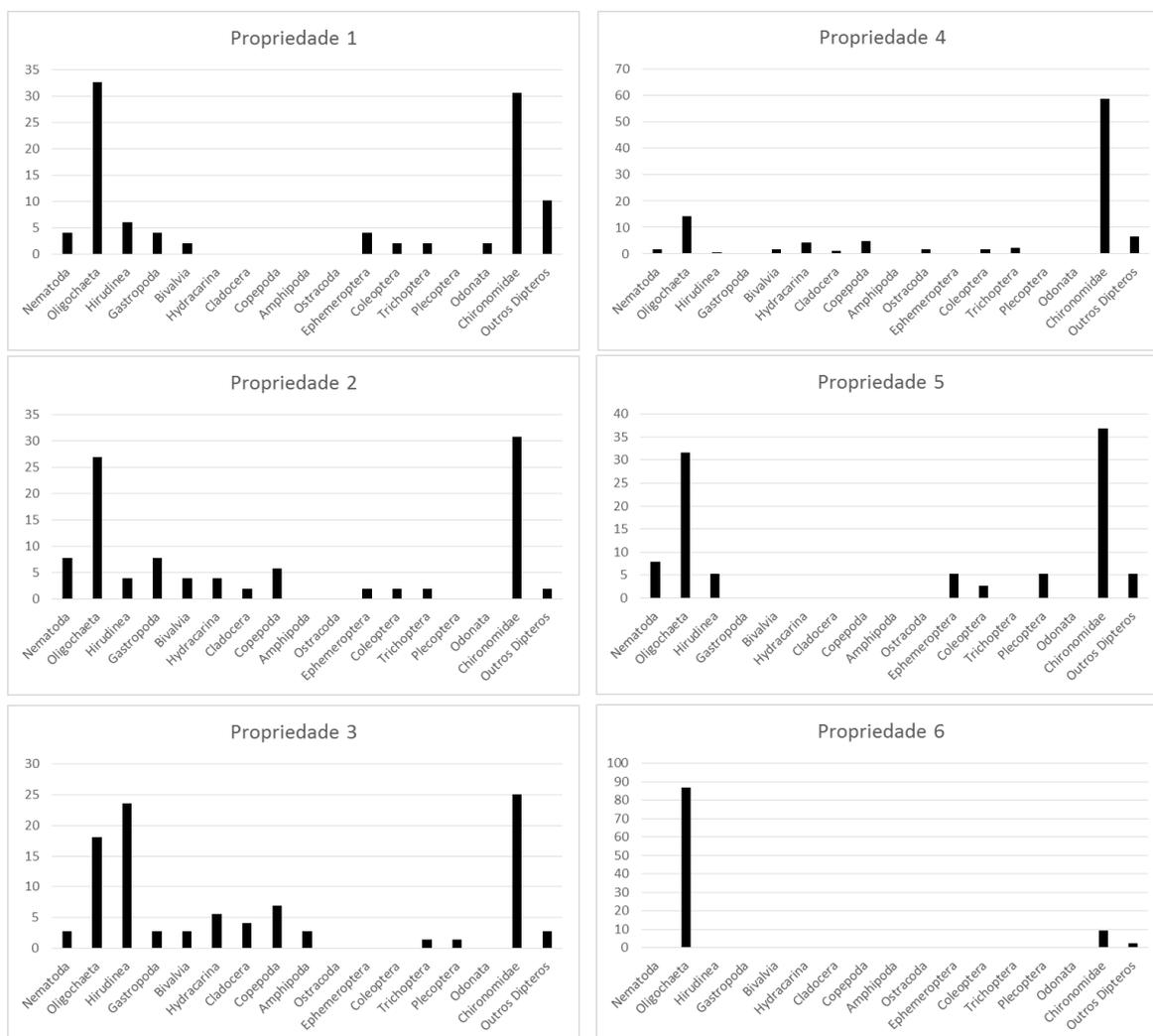
Táxons	Prop 1			Prop 2			Prop 3			Prop 4			Prop 5			Prop 6		
	cap	viv	efl															
Filo Nematoda	X			X						X	X		X	X				
Filo Anellida																		
Classe Oligochaeta																		
Ordem Tubificida																		
Família Naididae	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Família Enchytraeidae	X	X	X		X				X		X							
Classe Hirudinea																		
Ordem Rhyncobdellida																		
Família Piscicolidae		X	X		X		X	X	X									
Família Erpobdellidae		X					X	X	X				X	X				
Família Hirudidae										X								
Filo Mollusca																		
Classe Gastropoda																		
Ordem Basommatophora																		
Família Planorbidae			X	X	X	X	X	X										
Classe Bivalvia																		
Ordem Mytiloida																		
Família Mytilidae								X										
Ordem Veneroida																		
Família Sphaeriidae			X		X					X								
Família Corbiculidae								X		X								
Filo Arthropoda																		
Subfilo Chelicerata																		
Classe Arachnida																		
Ordem Oribatida																		
Família Hydrozetidae				X			X	X	X		X							X
Subfilo Crustacea																		
Classe Branchiopoda																		
Ordem Cladocera																		
Família Daphnidae								X										
Família Chydoridae				X			X			X								X
Classe Copepoda																		
Ordem Harpacticoida																		
Família Parastenocaridae			X	X	X			X		X	X							
Ordem Cyclopoida																		
Família Cyclopidae			X	X	X			X	X	X	X							
Classe Malacostraca																		
Ordem Amphipoda																		
Família Hyalelidae								X										
Classe Ostracoda																		
Ordem Podocopida																		
Família Candonidae										X	X							
Subfilo Uniramia																		
Classe Insecta																		
Ordem Ephemeroptera																		
Família Baetidae																		X
Família Polymitarcyidae	X		X															
Ordem Coleoptera																		
Família Gyrinidae			X															
Família Dytiscidae			X	X						X					X			
Ordem Trichoptera																		
Família Hydropsychidae				X	X													
Família Hydropselidae										X								
Família Leptoceridae								X										
Família Odontoceridae				X							X							
Ordem Plecoptera																		
Família Perlidae								X							X			
Ordem Odonata																		
Família Coenagrionidae			X															
Ordem Diptera																		
Família Stratiomyidae										X		X						
Família Simuliidae											X							X
Família Culicidae		X	X															
Família Ceratopogonidae		X	X	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Família Tabanidae			X															
Família Chironomidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Soma de Pontos BMWP	12	17	44	39	24	8	13	28	37	37	27	23	13	12	25	7	18	1

Fonte: Monkolski, Souza 2018.

Praticamente em todos os pontos amostrados a uma tendência há dominância de grupos taxonômicos como Oligocheta, Chironomidae e Hirudinea

especialmente nos pontos de captação e dentro dos viveiros onde esses grupos foram abundantes (Figura 32).

Figura 32. Frequência relativa de invertebrados aquáticos nos ambientes de cultivo investigados.



Fonte: Monkolski, Souza 2018.

As propriedades 1, 2, 3 e 4 foram as que apresentaram a maior número de grupos taxonômicos, registrando-se a ocorrência de invertebrados como Tricoptera, Plecoptera, Ephemeroptera e Coleoptera que indicam um aumento substancial da qualidade de água nos ambientes. Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera são caracterizados por organismos que possuem necessidade de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água, que pode ser facilmente percebido pelo desenvolvimento de suas brânquias nas regiões abdominais e torácicas (GOULART; CALLISTO, 2003). As brânquias bem

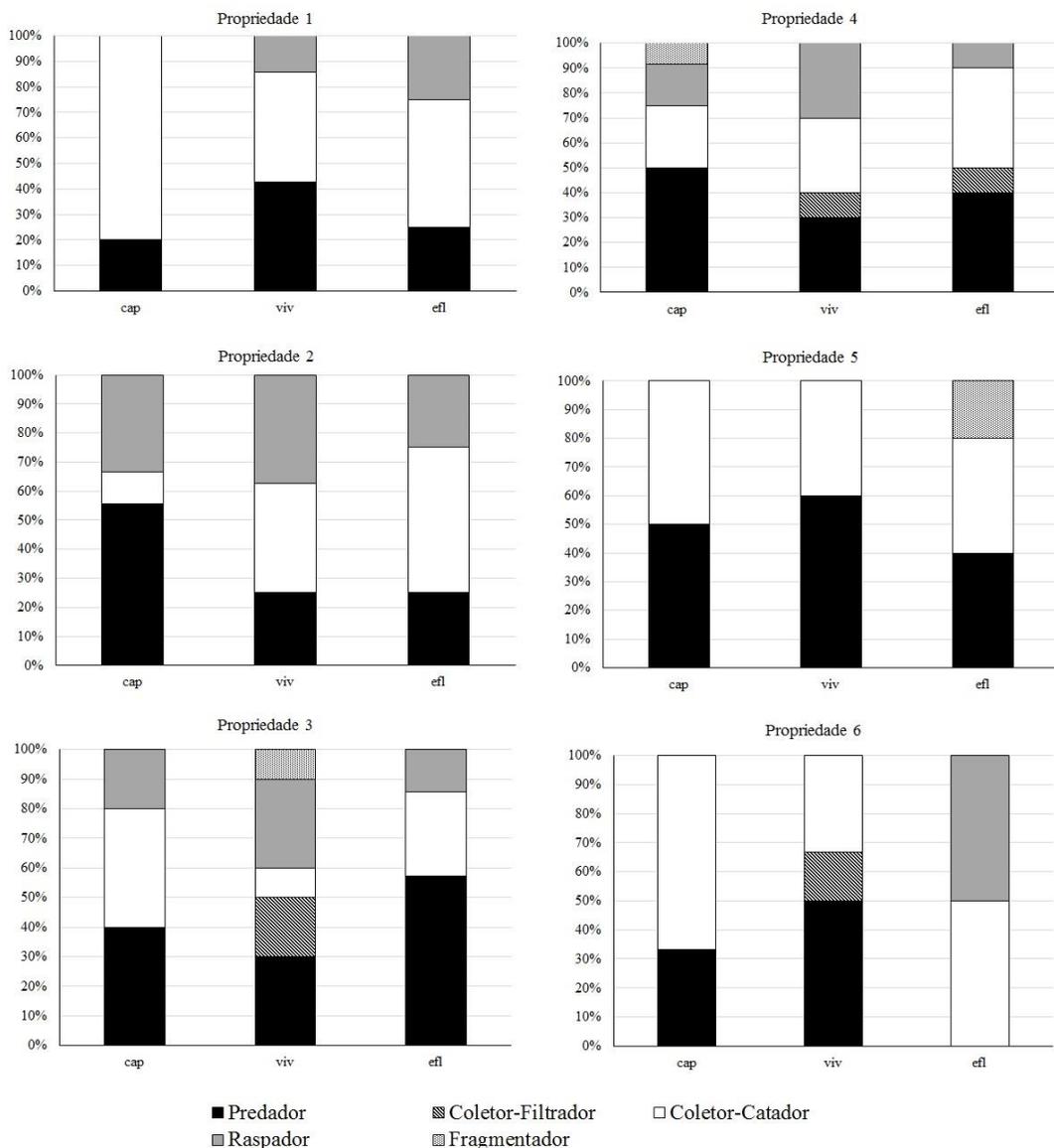
desenvolvidas realçam a grande necessidade que possuem em relação ao oxigênio da água e por essa razão tem sua ocorrência relacionada a ambientes com diversificação de habitats, o que só é percebido nos ambientes de cultivo, nos pontos de captação da água.

Em contraposição as propriedades 5 e 6 demonstraram baixos valores de qualidade da água em função da elevada densidade de Oligochaeta, Chironomidae outros dípteros e Hirudinea, grupos característicos de água com algum nível de alteração. A alta abundância da família Chironomidae e demais dípteras é justificada pela sua tolerância e a alta plasticidade as alterações ambientais (SIQUEIRA; TRIVINHO-STRIXINO, 2005), por possuírem hábitos alimentares do tipo predador, coletor e fragmentador. Basicamente todos os ambientes independentes de serem lóticos ou lênticos apresentam grande densidade de Chironomidae, pois caracteristicamente são grupos com alta resistência e tolerância a situações de hipóxia e comumente se destacam por sua grande capacidade competitiva (NESSIMIAN, 1995). A presença dessa comunidade no quesito de indicação da água, torna-se preocupante quando apenas esse grupo de dípteros está presente no leito dos tanques, indicando que a água está com algum problema, usualmente relacionado a poluição orgânica. Tanto Chironomidae quanto Oligochaeta são capazes de viver em condição de anóxia (depleção total de oxigênio) por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes. Apresentam hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats (THORP; ROGERS, 2014).

Os invertebrados bênticos foram agrupados em categorias funcionais tróficas conhecidos como GFAs ou grupos funcionais alimentares (MERRIT; CUMMINS, 1996; CUMMINS; MERRITT; ANDRADE, 2005; HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014) com o objetivo de entender as características ecológicas dos ambientes de cultivo. A importância dos grupos de invertebrados fragmentadores, raspadores, coletores-catadores, coletores-filtradores e predadores ao longo seções estudadas (captação, viveiro e efluente) altera-se de acordo com os suprimentos alimentares disponíveis no substrato bêntico (Figura 33). Entender essas modificações na comunidade de invertebrados, elucidam pistas a respeito de como são as características

morfométricas dos ambientes, o estado de preservação e degradação das bacias hidrográficas, despejo de substâncias na água e até mesmo a forma de uso do solo. Portanto, as alterações dos substratos determinam modificações nos ambientes de cultivo, o qual historicamente podem ser compreendidos a partir da análise dos grupos tróficos que ali se estabeleceram (PARESCHI, 2008, p. 2).

Figura 33. Frequência relativa de grupos funcionais tróficos (GFA's) de invertebrados aquáticos nos ambientes de cultivo investigados.



Fonte: Monkolski; Souza 2018.

Embora sejam observados uma predominância de grupos coletores-catadores e predadores na maioria dos ambientes esses gradientes de tornam mais expressivos quando observamos a diferenças das propriedades 1, 2, 3 e 4 em relação as propriedades 5 e 6.

Observamos no primeiro caso um aumento da variedade de grupos tróficos nas propriedades 1, 2, 3 e 4 especialmente no viveiro e no efluente, com a ocorrência de invertebrados fragmentadores, raspadores e coletores-filtradores, o que indicam que esses ambientes podem estar sendo abastecidos com água de melhor qualidade e que as práticas de manejo para a conservação das bacias, o fluxo da água dentro dos tanques, e até mesmo em relação a produção de peixes estejam sendo executadas de maneira mais adequada. Os fragmentadores consomem plantas, madeira e outras partículas orgânicas presentes, transformando a matéria orgânica particulada grossa (MOPG >1mm) em matéria orgânica particulada fina (MOPF <1mm). Desempenham papel importante na decomposição da matéria vegetal morta e tornam os nutrientes alocados nos tecidos vegetais disponíveis para os grupos dos coletores-catadores, podendo ser enquadrados como organismos tolerantes, pois podem ser encontrados em águas limpas a moderadamente alteradas. Os coletores-filtradores se alimentam de material particulado fino e de algas, e usualmente dispõem de adaptações morfológicas como brânquias desenvolvidas, ornamentadas com várias cerdas usadas como uma rede para retenção do alimento em suspensão na água. A presença de brânquias expõe uma fragilidade desses grupos com relação a necessidade de oxigênio dissolvido na água, usualmente são organismos sensíveis que não toleram alterações ecológicas drásticas no ambiente aquático.

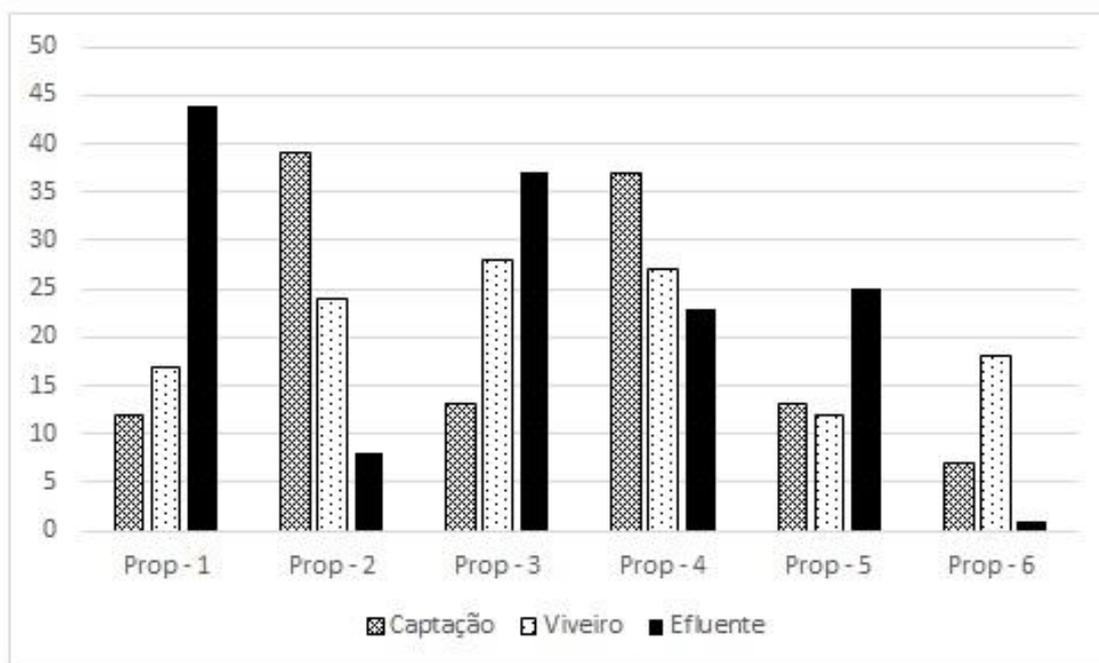
Nas propriedades 5 e 6 observa-se notadamente grande predominância de catadores-coletores e predadores. Os coletores-catadores são representados pelos grupos de invertebrados bentônicos que consomem grande quantidade de matéria orgânica particulada como Oligochaeta e Chironomidae (Chironomini). Os coletores-catadores são frequentes no leito do corpo d'água, vivem em tubos em forma de "J" ou "U", este grupo apresenta poucas especializações quanto a morfologia para obtenção do alimento por viverem em ambientes imerso de recurso alimentar, contudo desenvolvem usualmente métodos de obtenção de suprimentos de oxigênio da água a partir da hemoglobina.

Usualmente os tecidos também possuem adaptações para desintoxicação do sangue ou hemolinfa, e por essa razão possuem maior resistência a anóxia e hipóxia. A maior parte dos predadores foram representados pelos dípteros da família Ceratopogonidae e por hirudíneos da família Piscicollidae e Erpobdellidae, e nematoides que ocorreram com elevada frequência nas amostras. A abundância de grupos predadores nas amostras está relacionada com a presença de outros invertebrados que fazem parte da dieta desses grupos como moluscos, larvas de insetos, anelídeos e nematoides. Embora a presença de predadores usualmente esteja relacionado a uma maior diversidade de grupos taxonômicos que podem ser usados como recursos alimentar, os grupos aqui encontrados caracteristicamente demonstram adaptações para ambientes moderadamente alterados a poluídos, ou seja, são invertebrados encontrados em águas turbidas de pior qualidade (Figura 33).

Diferenças podem ser observadas também nas análises dos GFAs quando comparamos os locais de captação da água com o viveiro e locais de despejo do efluente. Aparentemente a maioria das propriedades exibem um aumento da variedade de GFAs dentro do viveiro e no efluente, demonstrando que as práticas de piscicultura tem contribuído na realidade para a melhoria da qualidade da água que foi captada. Excessiva quantidade de matéria orgânica nos ambientes de cultivo podem aumentar a produção de fitoplâncton dentro dos viveiros que absorvem grande parte dos nutrientes convertendo em biomassa planctônica, que pode ser transferida ao organismo cultiváveis, sendo convertido em massa proteica e energia (BOYD, 2003, p.29). Os dados apresentados para os viveiros demonstram como as atividades de piscicultura podem contribuir de forma substancial para a melhoria da qualidade da água, promovendo a autodepuração e aproveitamento de nutrientes captados de riachos, rios ou nascentes, que sofreram influências de atividade agrícolas (SEIM; BOYD; DIANA, 1997, p. 164).

As pontuações obtidas a partir da somatória de valores atribuídos as famílias de invertebrados aquáticos possibilitaram obter conclusões muito similares aos observados nas análises físico e química da água, demonstrando que se faz necessário uma profunda modificação no sistema operacional de manejo dos viveiros (Figura 34).

Figura 34. Pontuações dos ambientes de cultivo segundo o índice BMWP.



Fonte: Monkolski; Souza 2018.

O índice BMWP (Biological Monitoring Working Part) um sistema baseado na ocorrência de famílias de invertebrados aquáticos desenvolvido na década de 80 pela National Water Council da Inglaterra. As diferenças faunísticas entre os ambientes de clima temperado e tropical, bem como as peculiaridades ecológicas dos ambientes, fizeram com que ao longo do tempo o índice fosse modificado por adaptações os quais foram assumidas no presente trabalho. Esta adaptação baseou-se em 10 anos de estudo, pela observação da ocorrência de famílias importantes, comumente integrantes da comunidade bentônica dos rios estudados. Algumas famílias foram adicionadas por equivalência ecológica e outras por semelhança quanto ao nível de tolerância a poluição. As pontuações dadas às diversas famílias não foram modificadas. No final, contamos com a adição de 13 famílias: Hyalellidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Palaemonidae, Gripopterygidae, Corydalidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae, Trichodactylidae, Leptohyphidae, Aeglididae e Limnocoeridae. Este índice BMWP' reconhece 9 (nove) níveis de tolerância à poluição para diversas famílias de macroinvertebrados (Tabela 03). Em 2001, foram incluídas três famílias para rios da Bacia Litorânea: Calamoceratidae, Helicopsychidae e Megapodagrionidae. Assim os resultados das pontuações

do índice são baseados na contribuição dos trabalhos de Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1988), Loyola e Brunkov (1998), Loyola (2000), Loyola e Brunkov (2001), Toniollo et al. (2001) e IAP (2002).

Todos os viveiros apresentaram um estado de qualidade da água bastante preocupante, variando de fortemente poluída a poluída, quando correlacionamos os valores do índice BMWP com a classificação da água por graus de contaminação (Quadro 1).

Quadro 1 – Graus de contaminação da água correlacionados os valores do índice BMWP, para determinação da qualidade da água.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	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)	AMARELO
VI	MUITO POLUÍDA	16 - 35	• Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	< 16	• Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: IAP, 2002.

As propriedades 1, 2, 3 e 4 foram as que apresentaram os melhores resultados de qualidade de água, embora estejam enquadradas em situação crítica, cuja condições de cultivo podem estar a água sujeita a condições de hipóxia. Nas propriedades 5 e 6 as condições de cultivo deterioram drasticamente pelo significado que a predominância e abundância de grupos resistentes a poluição orgânica refletem, impondo a esses ambientes condições muito próximas a anóxia (Quadro 2).

Uma avaliação geral dos pontos de captação da água, viveiro de cultivo e ponto de descarga dos efluentes da piscicultura, possibilitaram observar um padrão muito similar com relação a qualidade da água baseado no índice BMWP, em relação as propriedades 1, 3 e 5. Quase todos os pontos relacionados ao efluente apresentaram notadamente escores mais elevados quando comparados aos pontos do viveiro e da captação da água. Esses resultados indicam um grande acúmulo de residuais de material orgânico dentro dos viveiros o que provavelmente deve estar impondo aos peixes

cultivados um processo de stress constante, especialmente a noite onde pode ocorrer quadros de anóxia. Durante o diagnóstico dessas propriedades foi levantado que durante os respectivos processos de cultivo ao longo dos anos, não foram realizados procedimentos de limpeza do lodo dos viveiros. A caracterização granulométrica demonstrou um acúmulo de materiais particulados muito finos como argila e silte e maior teor de matéria orgânica dentro dos viveiros, o que demonstra que esses ambientes têm funcionado como um local de desaceleração de partículas em suspensão na água. Considerando que os viveiros se encontram encaixados em desnível como uma cascata, a diminuição do fluxo da água acarreta na redução da velocidade do material particulado que se acumula com agregados de material orgânico. Dessa maneira os viveiros têm funcionado como tanques de decantação nas propriedades 1,3 e 5, promovendo a autodepuração da água captada, resultando na emissão de um efluente com água de melhor qualidade, o que explica o aparecimento de invertebrados indicadores de água limpa nos locais de despejo do efluente.

Quadro 2 – Classificação e significado da qualidade de água nos ambientes de cultivos avaliados. cap: captação; viv: viveiro; efl: efluente.

Classe	Significado	Propriedade 1			Propriedade 2			Propriedade 3			Propriedade 4			Propriedade 5			Propriedade 6			
		cap	viv	efl																
I	H ₂ O muito limpa																			
II	H ₂ O limpa																			
III	H ₂ O Pouco Poluída																			
IV	H ₂ O Moderada																			
V	H ₂ O contaminada			●	●				●	●										
VI	H ₂ O alterada					●			●			●	●			●			●	
VII	H ₂ O Fortemente alterada	●	●				●	●						●	●		●		●	

- Ótima, água oxigenada
- Duvidosa, próxima da hipóxia
- Fortemente poluída, hipóxia ou anóxia
- Boa, água oxigenada
- Poluída, hipóxia
- Aceitável, oxigenação média
- muito poluída, hipóxia

Fonte: Monkolski; Souza, 2018.

Nas propriedades 2 e 4 observou se resultados próximos do que se esperaria para a forma como funciona o sistema de abastecimento e drenagem da água

em viveiros. A captação de água de melhor qualidade, quando armazenada dentro dos viveiros sofreria uma interferência dos processos de produção de matéria orgânica através do aporte de resíduos particulados provenientes do escoamento superficial, da morte e decomposição de algas, plantas e animais aquáticos, produção de excrementos e ainda a sobras de ração não consumidas pelos peixes. Esses eventos combinados resultariam na produção de um efluente mais sujo, que seria então destinado a algum corpo d'água. A propriedade 6 é a única onde os invertebrados demonstraram um comportamento diferenciado, pois observa-se a elevação do nível de qualidade de água dentro dos viveiros, considerando-se o efeito de autodepuração destacado anteriormente. Nesse local observou-se a descarga de um efluente muito rico em matéria orgânica, refletido através da abundância de espécimes de Oligochaeta da família Naididae. Na realidade, a presença de abundância de espécimes indicadores de água alterada e água limpa nos locais de despejo também são influenciados por fatores como a forma de drenagem dos tanques, como uso de cachimbos e monges. A discrepâncias dos resultados encontrados para os invertebrados presentes nos locais de despejo, dependem basicamente da forma como a água dos viveiros é retirada. Assim o uso de cachimbos e monges poderiam auxiliar na melhoria da qualidade da água dentro dos viveiros pelo escoamento da água mais profunda que fica próxima ao substrato de fundo, resultando na retirada da parte do lodo que fica suspensa ligeiramente acima desse nível. Em algumas propriedades os tubos e conexões para drenagem do efluente dos viveiros são alocados na porção superior do viveiro, resultando na retirada da água limpa mais superficial, que logicamente deveria ficar dentro dos viveiros para tornar o ambiente mais apropriado a produção. Por outro lado, os tanques de cultivo têm contribuído para uma melhoria na qualidade da água que é captada que sofre influências antrópicas aqui destacadas, produzindo um efluente de melhor qualidade ambiental que alimentara um corpo d'água natural como um riacho ou rio, ocasionando menor impacto possível.

Embora sejam detectadas diferenças relevantes aos ambientes de cultivo, observa-se de maneira geral que a qualidade da água desde o ponto de captação até sua saída dos viveiros, não ultrapassa valores que poderiam enquadrá-la como aceitável. Alguns trechos de nascentes, riachos e veios de

água investigados não dispõem de vegetação riparia, sofrendo influência direta dos impactos negativos causados pelo aporte de nutrientes provenientes das adubações de cultivares agrícolas e agrotóxicos da lavagem das folhas e lixiviação do solo. Ações relacionadas a preservação de recursos hídricos, ainda são relativamente escassos, e isso implica diretamente numa deterioração das condições de cultivos dos piscicultores da região, pelo fato da própria água usada para abastecimento dos viveiros apresentarem uma condição crítica, quando não deveriam. Outro detalhe se relaciona ao modo de condução da produção, pois a falta de operacionalização do esgotamento total da água dos viveiros durante a despesca, devido a problemas de drenagem, tem inviabilizado também a retirada do lodo residual, que se acumula a cada ciclo reprodutivo. Os viveiros na maioria das vezes são tratados como sumidouros de restos da produção vegetal ou até mesmo como destinação de animais mortos, na concepção cultural que o material pode ser utilizado como complemento na nutrição dos peixes. Esse conjunto de fatores podem explicar os escores relativamente baixos dos viveiros e locais de captação da água ocorreram em função das elevadas densidades de Oligochaeta (Naididae), Hirudinea (Erpobdellidae, Piscicolidae e Hirudidae) e Chironomidae o qual refletiram o estado fortemente poluído dos viveiros comprovado pelo índice BMWP. Os espécimes que compõem esses grupos são considerados como espécies resistentes, ou seja, dispõem de algum mecanismo morfofisiológico para sobreviverem em condições de anóxia e tecidos internos que auxiliam na metabolização e eliminação de compostos tóxicos.

Usualmente esperaríamos que os pontos de descarga de efluente dos viveiros tivessem um acúmulo de material orgânico da produção resultando no aparecimento de grupos de invertebrados característicos de ambientes poluídos organicamente. Contudo, nesses locais foram registrados a ocorrência de grupos predadores como Ceratopogonidae (Diptera) e Gyrinidae (Coleoptera), fragmentadores e coletores filtradores como Trichoptera (Hydropschidae e Leptoceridae), Plecoptera (Perlidae) e Ephemeroptera (Polymitarcyidae) respectivamente. Esses grupos taxonômicos estão distribuídos entre os chamados sensíveis e tolerantes. Organismos sensíveis são aqueles que não suportam mudanças ambientais, usualmente sofrendo elevada mortalidade e desaparecendo do rol de invertebrados que compõem a

comunidade bântica. Os tolerantes, por sua vez, são capazes de suportar um estresse ambiental por um período de tempo e podem indicar a água em níveis de qualidade aceitável ou moderadamente alterada. Sob o ponto de vista ecológico o aparecimento de espécimes sensíveis e tolerantes são positivos com relação ao tipo de efluente que tem sido drenado dos viveiros e despejados nos corpos d'água. Contudo, gera-se uma preocupação no que diz respeito aos viveiros, em relação as condições que os peixes comerciais têm sido produzidos, pois a deterioração da qualidade da água nesses ambientes, implica numa diminuição dos ganhos de produção pelo aumento de gasto energético para regular processos fisiológicos.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os dados avaliados no respectivo levantamento, podemos inferir que a restauração da qualidade da água dos ambientes de cultivo aos níveis de padronização comercial, necessitam de mudança na concepção da rotina de manejo e readequação da infra-estrutura dos tanques. Torna-se necessário a readequação das dimensões e profundidade, bem como a forma de circulação da água individualizada para aumentar a taxas de oxigenação e diminuir o acúmulo de matéria orgânica de um viveiro para o outro.

Na despesca faz-se necessário a drenagem total dos tanques, e após ela a remoção do lodo e a desinfecção com uso de cal virgem. Provavelmente as recomendações como a readequação da forma de adubação dos tanques e manejo alimentar servirão como medidas mitigadoras de recuperação dos viveiros a padrões aceitáveis de produção. Mantendo as condições adequadas de qualidade da água os peixes cultivados não serão mais submetidos ao stress, e a energia desviada para compensação fisiológica poderá ser potencializada o crescimento e aumento de peso.

A revitalização poderá ser acompanhada pelo contínuo monitoramento da fauna bântica, observando-se o aparecimento de invertebrados indicadores de boa qualidade da água. Pesquisas sobre a estrutura das comunidades aquáticas são de grande utilidade, pois podem funcionar como uma ferramenta

para a definição de prioridades conservacionista e uso sustentável dos recursos hídricos, permitindo estabelecer regras para sua conservação (GALDEAN, CALLISTO, BARBOSA, 2001, p. 247).

É importante que exista a necessidade de fortalecer as políticas públicas municipais para as práticas conservacionistas como recuperação das bacias hidrográficas. Os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental de bacias hidrográficas extremamente importantes no território brasileiro (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001, p. 80). Isso afeta tanto aspectos ecológicos, quanto aspectos de produção aquícola, visto que o bom desenvolvimento dos organismos cultiváveis depende diretamente da qualidade da água que depende também das fontes usadas para abastecimento dos tanques escavados.

7. REFERÊNCIAS

ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Um método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado em el de Hellawell (1978). *Limnética*, v. 4, p. 51-56, 1988

ARANA, L. V. **Princípios Químicos da Qualidade da Água em Aquicultura**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. 166p.

BARBOSA, A. H. S.; SILVA, C. S. P.; ARAÚJO, S. E.; LIMA, T. B. B.; DANTAS, I. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água em um trecho do Rio Apodi-Mossoró**. HOLOS, Ano 32, Vol. 7, 2016.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M. **Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos**. In: PERES, F.; MOREIRA, J.C.; (Orgs). *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 157-175.

BIS, B.; KOSMALA, G. Chave de Identificação para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce. **Project CONFRESH**, p. 1-20.

BOOMER, IAM; ATTWOOD, F. Ostracods as freshwater pollution indicators: a case study from the Ouseburn, a polluted urban catchment (Tyneside, NE England). *Journal of Micropalaeontology*, v. 26, p. 117–125. 2007.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2ª ed. Editoria Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 550 p. 2007.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. **A vida nas águas das montanhas**. *Ciência Hoje* 31 (182): 68-71, 2002.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revta. Bras. Rec. Hid.** 6 (1): 71-82, 2001.

CUMMINS, K.W.; MERRITT, R. W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies in Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.

EGLER, M. **Utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da degradação de ecossistemas de rios em áreas agrícolas**. 2002. 147p. Dissertação (Mestrado)- Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) da Fundação Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Interciência: Rio de Janeiro, 2011. GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). **Rev. Bras. Biol.**, v. 62, n. 2. p. 239-248. 2001.

FLYNN M. N.; FERNANDES D. A.S.; FILHO E. G.S. **Macrofauna bêmica de substratos artificiais, ribeirão do meio, município desocorro, São Paulo – SP**. *Revista intertox de toxicologia, risco ambiental e sociedade* issn 1984-3577 - vol.3, n.1 nov/fev, 2010.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores da qualidade da água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164. 2003.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: INPA, 2014. 724p.

HIGUTI, J., ROCHE, K. F., MARTENS, K. Checklist de estrácodes (Crustacea, Ostracoda) dulcícolas do Pantanal Sul Mato- Grossense, Brasil. **Iheringia**, v. 107, p. 1-5. 2017.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Bioindicadores de qualidade das águas no estado do Paraná**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos: Curitiba (PR), 2002.

LOYOLA, R. G. N. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. **Anais do V Simpósio de ecossistemas brasileiros: Conservação e Duna**. ACIESP, n. 109, v. 1, p. 46-52, 2000.

LOYOLA, R. G. N.; BRUKOW, R. F. **Monitoramento da qualidade das águas de efluentes da margem do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, através da análise combinada de variáveis físico-químicas, bacteriológicas e de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.** IAP: Curitiba (PR). Relatório Técnico Não Publicado, p. 39, 1998.

LOYOLA, R. G. N.; BRUNKOW, R. F. **Monitoramento da Qualidade das Águas de Afluentes da Margem Esquerda do Reservatório de Itaipu no ano de 2000.** IAP: Curitiba (PR). Relatório técnico não publicado, 2001. 157p.

LEIRA, M. H., CUNHA, L. T., BRAZ, M. S., MELO, C. C. V., BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas.** PUBVET, 11, 11-17. 2017.

KAMADA, M. D. L.; LUCCA, G. M.; LUCCA, J. V. **Utilização dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água no córrego retiro saudosos, em ribeirão preto – sp.** VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n.2, 2012, p. 250-261.

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America.** Kendall Hunt, 1996.

MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleosteos em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** 1. ed., São Paulo: Editora TecArt, 2004. Cap. 12, p. 343-386.

NAIME, H. R.; SPILKI, R. F.; **Preservação ambiental e o caso especial do manejo de resíduos de laboratório: conceitos gerais e aplicados.** Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: Feevale, 2012.

NESSIMIAN, J. L. Composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Bras. Biol.**, v. 55, n. 4, p. 41-50. 1995.

PARESCHI, D. C. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água em rios e reservatórios da bacia hidrográfica do Tiete Jacaré (SP).** UFSCar, 2008, 172 p. Tese (doutorado). Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, 2008.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER A.; MORAES P. R. R.; ISOLDI L.A.; FERREIRA O. G. L.; HEEMANN C. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil.** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.494-500, mar-abr, 2006.

PRATTE-SANTOS, R; TERRA V.R.; AZEVEDO, JR. R.R.; SÁ F.S.; KIFFER JR.W.P.; **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados a macrófitas em um rio lótico neotropical, no Sudeste do Brasil.** Publicado pela ESFA [on line] <http://www.naturezaonline.com.br>.

QUEIROZ, J.F.; SILVA, M.S.G.M.; STRIXINO-TRIVINHO, S. Ecosistema aquáticos e seu manejo. In: QUEIROZ, J.F.; SILVA, M.S.G.M.; STRIXINO-TRIVINHO, S (Org.). **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, 2008.p. 8-26.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil**. Rev. Bras. de Zool., 22(3): 613-618, 2005.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 7ª ed. Editoria Roca: São Paulo, 1148p. 2005.

SANTOS-WISNIEWSKI, M. J., ROCHA, O., GUNTZEL, A. M., MATSUMURA-TUNDISI, T. Cladocera Chydoridae of high altitude water bodies (Serra da Mantiqueira), in Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v.62, n.4, p. 681-687. 2002.

SCHEFFER, M. **Ecology of shallow lakes**. Kluwer Academic Publishers: Netherlans, 2004.

SEIM, W. K.; BOYD, C. E.; DIANA, J. S (Eds). Environmental considerations. In: EGNA, H. S.; BOYD, C. E. **Dinamic of pond Aquaculture**. CRC press, Washington DC: USA. p. 163-172.

SILVA, M. S. G. M.; QUEIROZ, J. F.; STRIXINO, S. T. A importância de indicadores biológicos na avaliação de qualidade da água. In: QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; STRIXINO, S. T. **Organismos bentônicos biomonitoramento de qualidade de água**. 1. Ed., Jaguariúna EMBRAPA 2008. Cap. 2, p. 27-34.

SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. **Qualidade da água na Piscicultura**. UFLA.2007.

SOUSA, F. D. R., ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. MENENDEZ, R. M. HORTA, J., MAIA-BARBOSA, P. M. Description of the male of Coronatella paulinae (Crustacea, Branchiopoda, Chydoridae) with na identificativos key for the genus based on the male morphology. **Nauplius**, v.24, p. 1-8. 2016.

SOUSA DE MIRANDA, F. **Ocorrência de Ostracoda no Médio Rio Doce (MG) e revisão do estado da arte do estudo desse grupo no Brasil**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, 80p. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Minas Gerais, 2008.

SWAROFSKY, E. A. C. **Avaliação do efluente da estação de piscicultura da colônia penal agrícola de Piraquara, Paraná**. Curitiba, 2003. 57p. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

THORP, J. H.; ROGERS, D. C. **Freshwater Invertebrates**. 4 ed. Academic Press: Cambridge (USA), 2014. 1148p.

TONIOLLO, V.; MATTIELLO, I; CAETANO, J.A.; WOSIACK, A. C.,
Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de impacto na qualidade de
água do Rio Sagrado (Bacia Litorânea, PR), causada pelo rompimento do
Poliduto OLAPA. In Congresso Brasileiro de Limnologia, 2001 João Pessoa
(PB). **Anais VIII Congresso Brasileiro de Limnologia**. p. 284.