

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL:
BIOINDICADORES AMBIENTAIS
Sessão 6

Professor Antônio Ruas

- Bioindicadores da qualidade da água II.
- Parte II
- Tarefa em grupo unificada das partes I e II.
- Considerando a complexidade do monitoramento da qualidade das águas de consumo e atividades humanas, elabore uma possibilidade de biomonitoramento, escolhendo entre mananciais e água potável.
- Completar o exercício com o Índice Biótico.

- 1. Bioindicadores da qualidade da água.
- É um consenso internacional que o uso de bioindicadores de qualidade de água é benéfico no monitoramento dos mananciais.
- Parte-se do princípio de que é possível correlacionar-se tanto a presença quanto a densidade populacional destes bioindicadores com os parâmetros físicos e químicos mais gerais que indicam a situação do manancial em termos de grandes alterações.
- Desta forma, as categorias da qualidade da água descritas na Resolução 357/05, por exemplo, poderiam ter uma apreciação da presença de bioindicadores aquáticos, mas ainda não há conhecimento suficiente para isto.
- Por outro lado, é mais remota a associação de bioindicadores com a potabilidade de acordo com a legislação, porque esta inclui quase que a inexistência de organismos na água, algo impossível nos ecossistemas naturais.

- 2. Bioindicadores e ecossistemas.
- Os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados às suas condições ambientais e por isso devem refletir o nível de preservação de condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais.
- Em princípio todas as observações e monitoramento dos bioindicadores aquáticos devem ser acompanhadas de medições isoladas ou combinadas dos parâmetros físicos e químicos mais viáveis para medições rápidas. Isto inclui num primeiro momento as características de hidrometria, a categorização do sedimento e as medidas conhecidas de densidade de oxigênio, temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez ou transparência e salinidade, realizáveis a campo com aparelhos portáteis. A seguir pode-se medir a DBO e DQO coletando-se amostras de água e contando-se com um laboratório de apoio. Quando possível, a concentração de coliformes totais e fecais deve ser realizada também.

- 2. Bioindicadores e ecossistemas.
- Observa-se que o monitoramento dos mananciais com bioindicadores não substitui as análises mencionadas, mas fornece atributos do equilíbrio do ecossistema e de presença ou não de poluição.
- O monitoramento de bioindicadores tem um custo relativamente baixo, mas requer grande capacidade de recursos humanos para as práticas de observação, coleta e identificação. É possível, no entanto, envolver as comunidades nas etapas práticas, excluindo-se as identificações taxonômicas.

-

- 3. Quais bioindicadores?
- O meio aquático contempla bioindicadores em potencial de praticamente todos os grupos de organismos. No entanto, os grupos que vêm sendo usados não são muito numerosos.
- Nos Estados Unidos a Agência de Proteção ao Meio Ambiente indica especialmente o uso de algas superficiais, peixes e macroinvertebrados bentônicos.
- Os macroinvertebrados tem um grande destaque. Apresentam um campo de resposta quando em contato com agentes poluidores muito importante. Isto faz com que o macroinvertebrados sejam muito utilizados nos diversos trabalhos desenvolvidos sobre biomonitoramento da qualidade da água.
- No Brasil, há vários trabalhos também com macrófitas, plantas aquáticas que têm adaptações diferentes às diferentes qualidades de água.

- 3. Quais bioindicadores?
- I. Peixes. Biomonitoramente com peixes é sempre uma alternativa lembrada, pela popularidade do grupo, mas requer muita *expertise* em Ictiologia e equipamento adequado, o que limita sobremaneira esta possibilidade. Nos EUA, duas técnicas são utilizadas:
 - i) Pesca elétrica: equipamentos que promovem correntes elétricas na água movem os peixes para a superfície onde são capturados, identificados e contados, sendo soltos, na melhor das hipóteses vivos. É um tipo de pescaria proibida a não ser com este propósito.
 - ii) Pesca de cerco: rede transversais capturam os peixes em rios não muito largos e eles são processados e soltos. Novamente, é uma técnica complexa e que tende a focar num subgrupo de peixes, cujo conhecimento da sua associação com níveis de poluição é conhecido.

- 4. Macroinvertebrados bentônicos: os bioindicadores mais utilizados.
- Os macroinvertebrados bentônicos são os bioindicadores mais utilizados em projetos e programas de biomonitoramento, por que há um grande conhecimento da relação da sua presença e densidade com a poluição aquática.
- São organismos que habitam o fundo dos mananciais, situando-se na superfície do leito ou enterrados. Isto durante todo ou numa parte de seu ciclo de vida. Vivem associados a substratos como folhas, macrófitas, cascalho, areia, rochas e outros.
- Quando submetidos a condições adversas, estes organismos reduzem suas densidades ou desaparecem. O desequilíbrio populacional nesse caso pode ser medido por índices de diversidade ecológica e índices bióticos. Pode ocorrer que apenas uma população, super tolerante, exista no local ou mesmo que nenhuma exista mais, em função da poluição.

- 4. Macroinvertebrados bentônicos: os bioindicadores mais utilizados.
- Os macroinvertebrados mais conhecidos são insetos em fase larval ou ninfal, oligoquetos que são minhocas ou sanguessugas, caramujos, nematódeos, crustáceos e mais cnidários, esponjas e outros invertebrados.
- No geral os organismos usados são chamados de macroinvertebrados por possuírem uma dimensão superior a 0,5 mm.
- Os insetos são muito utilizados devido à abundância do grupo como um todo e do conhecimento da sua relação com a poluição.

- 4. Macroinvertebrados bentônicos: os bioindicadores mais utilizados.
- Os invertebrados macrobentônicos apresentam:
 - a) hábito sedentário, sendo representativos da área na qual foram coletados;
 - b) ciclos de vida relativamente curtos em relação aos ciclos dos peixes, mas longo em relação ao plâncton (“organismos sentinela”);
 - c) Refletem mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura das populações e comunidades;
 - d) Os macroinvertebrados vivem e se alimentam dentro, sobre, e próximo aos sedimentos, onde as toxinas tendem a acumular;

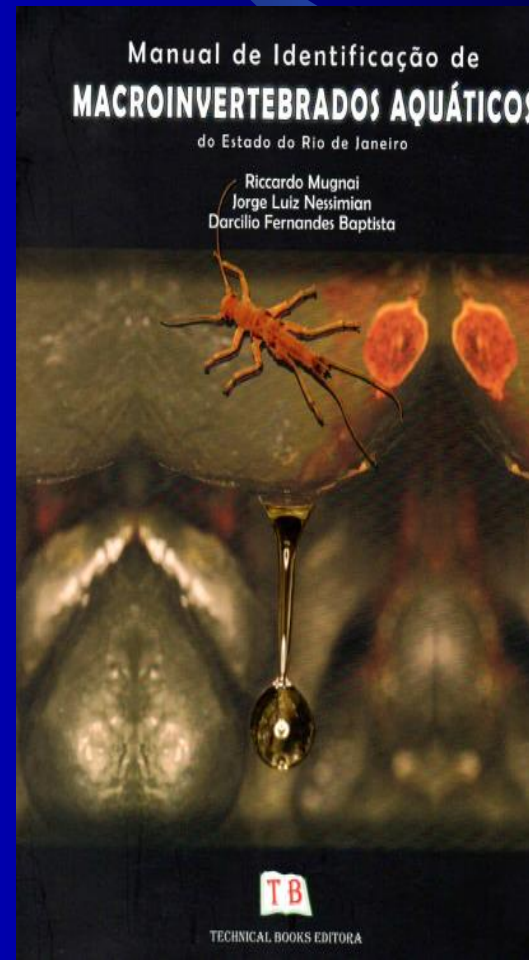
- 4. Macroinvertebrados bentônicos: os bioindicadores mais utilizados.

- e) As comunidades de macroinvertebrados bentônicos apresentam elevada diversidade biológica, o que significa em uma maior variabilidade de respostas frente a diferentes tipos de impactos ambientais;

- f) Os macroinvertebrados são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos, formando como um elo entre os produtores primários e servindo como alimento para muitos peixes, além de apresentar papel fundamental no processamento de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes

-

- 5. Insetos macroinvertebrados bentônicos.
- Há categorias propostas para o insetos macroinvertebrados bentônico. Observar também as imagens. A referência para esta parte é o livro “Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro, de Mugnai e colaboradores de 2010.
- Figura 1: Mcroinvertebrados Aquáticos.



- Fonte: Professor. Ephemeroptera.

- 5. Insetos e outros macroinvertebrados bentônicos.
- a) 1º Grupo: ordens de insetos aquáticos em fase larval ou ninfal das ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera.
- São organismos que, na fase imatura, ocorrem em águas limpas e possuem necessidade de concentrações de oxigênio adequadas. Geralmente são habitantes de ambientes com diversidade ecológica elevada. A seguir figuras de representantes mais comuns destas ordens, lembrando que as larvas de Trichoptera ocorrem dentro de “casas” ou casulos que formam a partir dos sedimentos.
- A presença e a diversidade de espécies destes grupos é muito importante para a categorização da qualidade da água. Há indicadores especiais desta situação, indicados pela sigla EPT.

5. Insetos macroinvertebrados bentônicos.

- Figura 2: Ephemeroptera.



- Figura 3: Plecoptera.



- Figura 4: Trichoptera.

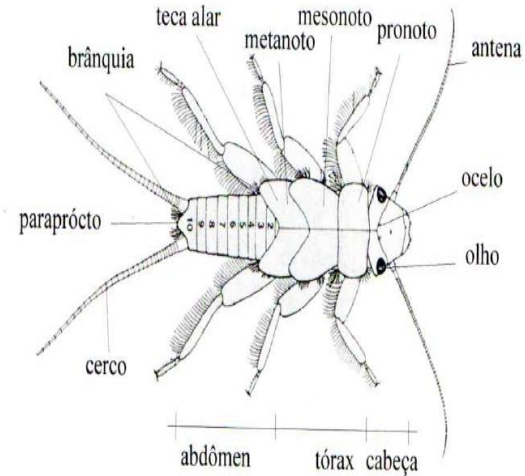


- Figura 5: Casas de Trichoptera.

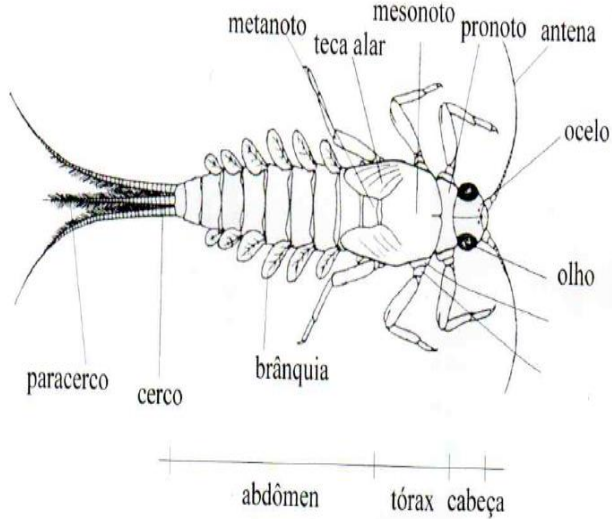


- Fontes: Mugnai, 2010.

MORFOLOGIA GERAL

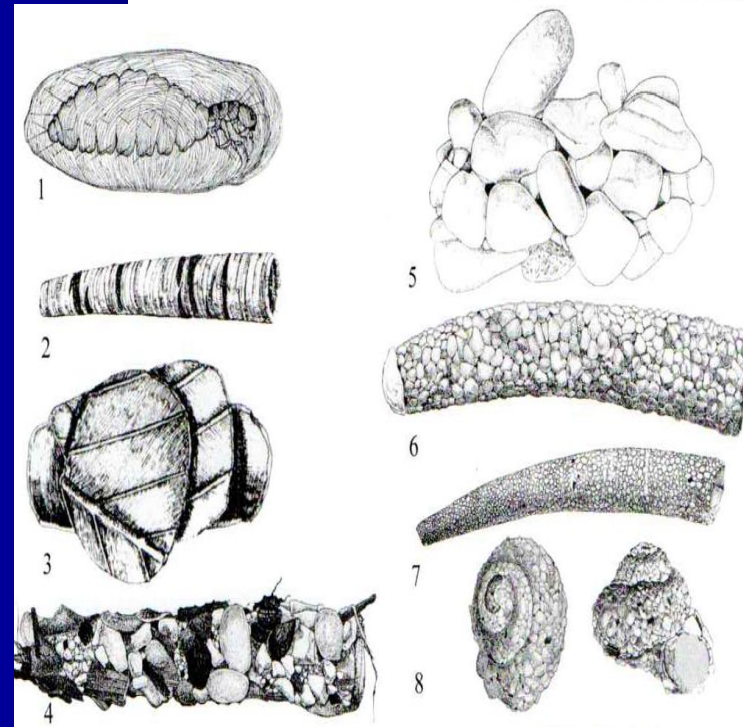
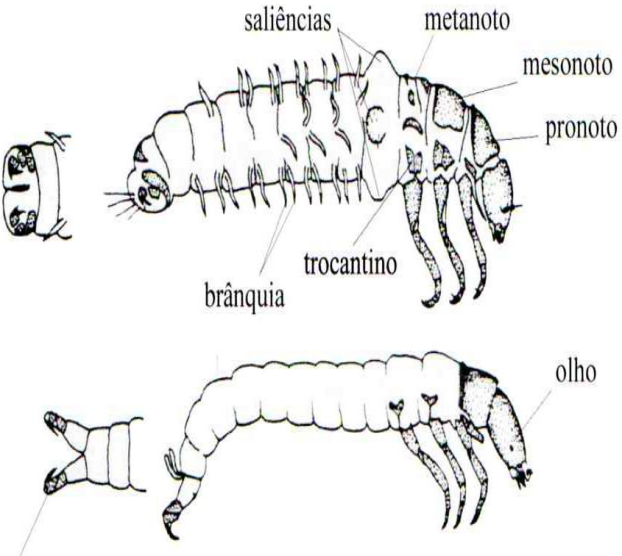


Esquema de uma ninfa de Plecoptera da família Perlidae (baseado em CAMPAIOLI et al., 1994).



Morfologia geral de uma ninfa de Ephemeroptera (baseado em CAMPAIOLI et al., 1994).

MORFOLOGIA GERAL



- 5. Insetos e outros macroinvertebrados bentônicos.

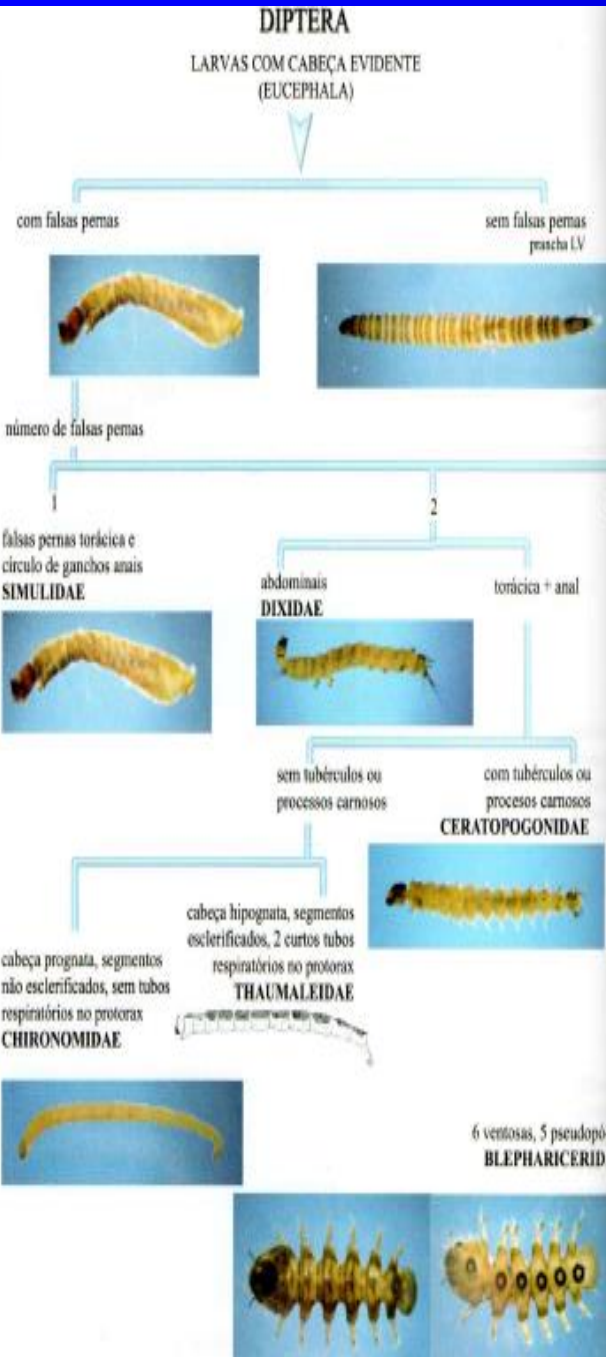
- b) 2º Grupo: é formado por uma ampla variedade de insetos aquáticos e outros invertebrados, incluindo moluscos, bivalves, algumas famílias de Diptera e, principalmente, por representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera embora algumas espécies destes grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos.

- A necessidade de concentrações elevadas de oxigênio dissolvido é menor, uma vez que parte dos representantes deste grupo, como os Heteroptera, adultos de Coleoptera e alguns Pulmonata (Gastropoda) utilizam o oxigênio atmosférico. O requerimento da diversidade de habitats e microhabitats também diminui, em função de uma maior plasticidade do grupo (muitos heterópteros e coleópteros vivem na lâmina d'água ou interface coluna d'água-superfície);

- 5. Insetos e outros macroinvertebrados bentônicos.
- c) 3º Grupo: é formado por organismos extremamente tolerantes, por isso chamados de resistentes.
- É formado principalmente entre os insetos por larvas de Chironomidae e outros Diptera como os da família Syrphidae. Também inclui os Oligochaeta (minhocas e sanguessugas). Esses organismos 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.
- Tanto os Oligochaeta quanto os Chironomidae são organismos de hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats.

-

5. Insetos macroinvertebrados bentônicos.



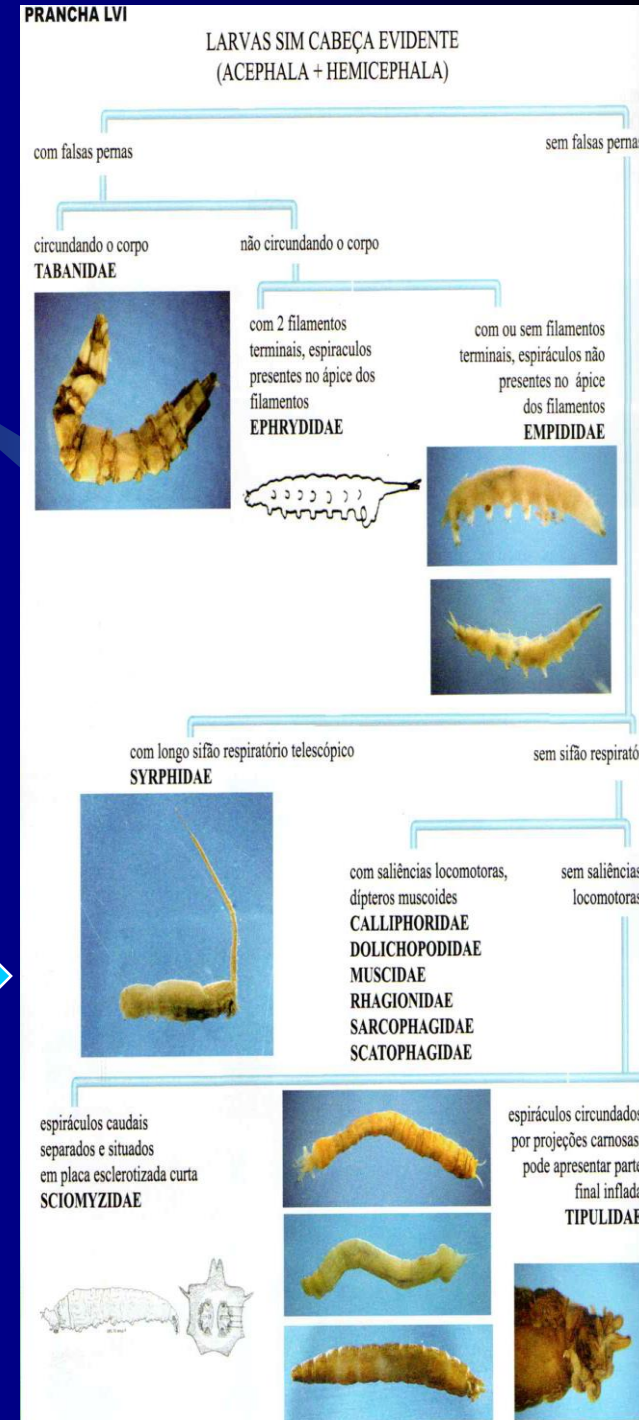
- Figura 7: Famílias de Diptera: atenção para Chironomidae.



- Figura 8: Famílias de Diptera: atenção para Syrphidae.



- Fontes: Mugnai, 2010.



• 6. Uso dos bioindicadores animais de qualidade da água

- A distribuição e diversidade de macroinvertebrados bentônicos são diretamente influenciadas pelo tipo de substrato, morfologia do ecossistema, quantidade e tipo de detritos orgânicos, presença de vegetação aquática, presença e extensão de mata ciliar, e indiretamente afetados por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária.
- Há grupos de espécies diretamente relacionados à poluição em geral ou a um determinado agente poluidor. A tolerância maior ou menor a diferentes concentrações de O₂ ou matéria orgânica é atributo utilizado para as avaliações.
- Comentaremos a seguir os índices simples de avaliação da qualidade da água com insetos macroinvertebrados bentônicos.
-

- 7. Índices de diversidade para qualidade da água: insetos macroinvertebrados bentônicos.
- Os índices de diversidade são usados em contextos variados e vamos abordar alguns mais complexos em sessões seguintes.
- Partem do princípio da avaliação da diversidade presente no ambiente aquático, focando nos macroinvertebrados bentônicos.
- Qualquer avaliação como estas, demanda o seguimento rígido de protocolos de coleta sistemática e homogênea dos exemplares. Todo o material coletado desta forma sistemática deve também ser processado para identificação de forma homogênea.
- Observa-se que a dificuldade desta metodologia é menos o custo e muito mais a expertise para coletas e identificações.
- Em termos de coleta no leito de rios, riachos, arroios, etc., dois procedimentos são básicos e devem ser escolhidos pelos pesquisadores.

- 7. Índices de diversidade para qualidade da água: insetos macroinvertebrados bentônicos.
- O primeiro é o procedimento de coletas de forma “natural”, diretamente no leito dos mananciais. Geralmente isto é feito com coletas regulares em linhas ou transectos ao longo dos cursos de água, ou em pontos regularmente distribuídos.
- O segundo é um tanto “artificial” porque usa substratos de atração e agregação dos invertebrados. Estes funcionam como armadilhas colocadas e recolhidas dos locais. Têm a vantagem de homogeneizar o procedimento, mas correm o risco de amostrar apenas alguns grupos mais atraídos por estes substratos. Um tipo de substrato artificial usado são pequenos sacos de rede que contém esferas de argila. Podem ser facilmente colocados e retirados

- 7. Índices de diversidade para qualidade da água: insetos macroinvertebrados bentônicos.

- I. Percentual de EPT ou %EPT.

- Este é um índice simples que apresenta simplesmente o percentual de exemplares de Ephemeroptera, Plecoptera ou Trichoptera nas coletas. Há variações do mesmo, como a relação entre EPT e outros grupos como o dos Chironomidae ou outros.

- II. Índice Biótico.

- É um dos índices gerais mais simples. Demanda o conhecimento do que ficou estabelecido como “Escore de Tolerância à Poluição”, que é um dado quantitativo inteiro, variando de 0 a 5.

-

- 7. Índices de diversidade para qualidade da água: insetos macroinvertebrados bentônicos.
- O Índice Biótico, com sigla BI tem a seguinte fórmula:
- $BI = \sum n_i a_i / N$ onde,
- n_i é o número de exemplares (espécimes) em cada grupo taxonômico;
- a_i é o escore de tolerância à poluição;
- N é o total de exemplares na amostra e o sugerido é que seja 100.
- Para cada táxon (classificação), deve-se multiplicar o número de exemplares pelo escore daquele grupo. Soma-se os valores para todos os grupos presentes e divide-se pelo total.
- O BI então é categorizado como qualidade da água, como demonstrado a seguir: **excelente** sem desequilíbrio; **bom** com algum desequilíbrio; **razoável** com desequilíbrio; **insuficiente** com desequilíbrio importante e **muito insuficiente**, com grande desequilíbrio.

• 7. Índices de diversidade para qualidade da água: insetos macroinvertebrados bentônicos.

• Figura 9: Índice Biótico.

• Fonte: Professor

Table 4 Biotic Index, scores for individual taxa (see text) (adapted from Hilsenhoff, 1977)

Taxonomic Group	Pollution tolerance Score
Plecoptera (Stoneflies)	
Capniidae, Leuctridae, Nemouridae	0
Taeniopterigidae	1
Chloroperlidae, Perlidae, Perlodidae	0
Pteronarcidae	1
Ephemeroptera (Mayflies)	
Baetidae	2.5
Baetiscidae	2
Caenidae	
Caenis	4
Brachycerus	2
Ephemerellidae	0.5
Ephemeridae	1.5
Heptageniidae	
Epeorus	0
Rhithrogena	0
Stenonema	2
Heptagenia	2
Leptophlebiidae	
Paraleptophlebia	1
Leptophlebia	3
Polymitarcidae (Ephoron)	1
Siphonuridae	2
Tricorythidae	2
Odonata (Dragonflies and Damselflies)	
Agrionidae	0

Cordulegastridae	0
Aeshnidae	1
Gomphidae	0.5
Lestidae	3
Coenagrionidae	3
Trichoptera (Caddisflies)	
Brachycentridae	0.5
Helicopsychidae	1
Hydroptilidae	3
Molannidae	1
Philopotamidae	0
Rhyacophilidae	0
Hydropsychidae (Cheumatopsyche)	4
Polycentropodidae (Neuroclipsis)	4
Megaloptera (Alderflies and Dobsonflies)	2
Coleoptera (Beetles)	
Elmidae	2
Psephenidae	2
Diptera (True Flies)	
Blephariceridae	0
Ceratopogonidae (Bezzia)	3
*Chironomidae (Chironomus)	5
Empididae	4
Ephydriidae	4
Rhagionidae	2
Tabanidae	2
Tipulidae	2
**Syrphidae	5
*Some members of this family have a score of 0.	
**(Not from Hilsenhoff; added by DML)	

Table 5 Water Quality (see text) (adapted from Hilsenhoff, 1977)

Biotic Index	Water Quality
under 1.75	Excellent, no disturbance
1.75-2.25	Good, possibly some disturbance or organic enrichment
2.25-3	Fair, probably some disturbance
3.0-3.75	Poor, significant disturbance
over 3.75	Very poor, gross disturbance

- 8. Índice Biótico: exemplo hipotético.
- Numa avaliação de três determinados riachos ou arroios houve o seguinte resultado em termos de resultado por grupo. Nos parênteses o escore.
- 1. Plecoptera (1): 20; Ephemeroptera (2): 20; Trichoptera (3): 20; Odonata (2): 15; Diptera (4): 15; Coleoptera (2): 10.
- 2. Plecoptera (1): 5; Ephemeroptera (2): 5; Trichoptera (3): 5; Odonata (2): 20; Diptera (4): 40; Coleoptera (2): 25.
- 3. Plecoptera (1): 0; Ephemeroptera (2): 0; Trichoptera (3): 0; Odonata (2): 10; Diptera (4): 60; Coleoptera (2): 30.
- Qual seria o Índice Biótico em cada caso?

- 8. Índice Biótico: exemplo hipotético.
- Qual seria o Índice Biótico em cada caso?

Caso 1	Exemplares	Escore	Total
Plecoptera	20	1	20
Ephemeroptera	20	2	40
Trichoptera	20	3	60
Odonata	15	2	30
Diptera	15	4	60
Coleoptera	10	2	20
N	100	-	230
BI			$230/100 = 2,3$
Interpretação	Razoável!		

- Qual seria o BI nos outros casos? Sugere-se que seja feito como exercício!

- **9. Tarefa.**

- 1. Considerando a complexidade do monitoramento da qualidade das águas de consumo e atividades humanas, elabore uma possibilidade de biomonitoramento, escolhendo entre mananciais e água potável.
- 2. Completar o exercício com o Índice Biótico.