

Uso de Coletores com Substrato Artificial para Monitoramento Biológico de Qualidade de Água

Mariana Pinheiro Silveira¹
Julio Ferraz de Queiroz²

Introdução

Os parâmetros mais utilizados para avaliação da qualidade da água nos viveiros de criação de peixes são os físicos e químicos. Entretanto, os equipamentos e reagentes requeridos são caros, e refletem uma situação momentânea, criando a necessidade de coletas freqüentes. Além disso, o uso de equipamentos sofisticados para a avaliação da qualidade da água é um limitante à proposição de monitoramentos regulares, em função dos custos para a aquisição de equipamentos e/ou de análises decorrentes, sendo fundamental a proposição de métodos alternativos mais acessíveis aos produtores.

Os macroinvertebrados bentônicos são um grupo de animais visíveis a olho nu, composto por insetos, crustáceos, moluscos e vermes. Eles habitam o substrato de fundo de rios e lagos. A comunidade macrobentônica é composta por várias espécies de macroinvertebrados bentônicos, sendo bastante diversa, e apresenta organismos adaptados a diferentes condições ambientais. Devido a esta característica, estes animais têm sido muito usados para indicar a qualidade das águas doces, ou seja, são usados como bioindicadores.

Os macroinvertebrados bentônicos vivem todo ou parte

de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos. Eles exibem algumas características que os permitem indicar a qualidade da água, tais como: 1) ampla variedade de tolerâncias a vários graus e tipos de poluição, 2) têm baixa mobilidade e estão constantemente sujeitos às alterações da qualidade do ambiente aquático, permitindo assim que participem por um maior período de tempo dos impactos que venham a ocorrer no local.

O biomonitoramento, tendo como bioindicadora a fauna de macroinvertebrados bentônica, é cada vez mais empregado para se avaliar a qualidade da água em rios e lagos, constituindo uma técnica de baixo custo. O maior tempo de registro de impactos, em função da natureza relativamente sedentária dessa fauna e de seu ciclo de vida relativamente longo, é uma importante vantagem em comparação com a avaliação feita por meio de parâmetros físicos e químicos.

Para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos, é importante que haja uma amostragem padronizada que reduza a variabilidade entre as amostras. Os coletores que empregam substrato artificial podem ser utilizados para este fim, possuindo a vantagem de reduzir bastante o custo de avaliação da qualidade da água por utilizarem material barato e de fácil aquisição. Este tipo de coletor já é empregado com

¹Bacharel em Ciências Biológicas, Mestre em Ecologia, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, Tanquinho Velho, 13.820-000 Jaguariúna, SP. mariana@cnpma.embrapa.br

²Oceanógrafo, Doutor em Ciências Agrárias, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, Tanquinho Velho, 13.820-000 Jaguariúna, SP. jqueiroz@cnpma.embrapa.br

bons resultados em sistemas naturais (HENRIQUES DE OLIVEIRA, 2002; CZERNIAWSKA-KUSZA, 2004), mas nunca foi usado para avaliação da qualidade da água na aqüicultura. O uso das respostas da comunidade bentônica colonizadora dos substratos artificiais pode ser útil na avaliação da qualidade da água e como artefato técnico de baixo custo a ser utilizado pelo público leigo, e em particular pelos aqüicultores.

Os substratos artificiais fornecem um número e diversidade bem maior de organismos do que os amostradores convencionais, especialmente em habitats lânticos (águas paradas) e em locais de deposição (estuários, por exemplo), porém reduzem a variabilidade da densidade de organismos entre as amostras, e assim aumentam a sensibilidade de programas de monitoramento porque podem ser detectadas diferenças menores nos locais de amostragem. Resh & Jackson (1993) destacam a padronização da amostragem através da redução da variabilidade entre as amostras como uma vantagem no emprego dos coletores de substrato artificial.

Aplicações dos Substratos Artificiais

Segundo o Centro Canadense para Tecnologia Mineral e de Energia (Canada Center For Mineral and Energy Technology) os coletores com substrato artificial devem ser usados onde a amostragem convencional (por meio de coletores que amostram o substrato natural presente no fundo de rios e lagos) é ineficiente ou difícil, incluindo os seguintes casos: (1) coleções hídricas com leito formado por grandes pedras e (2) rios com correnteza muito forte. Portanto, em decorrência dessas limitações, a eficiência de amostragem pode ser sensivelmente melhorada através do uso de coletores menores e com o aumento do número de réplicas, segundo orientação do Centro Canadense para Tecnologia Mineral e de Energia (Canada Center for Mineral and Energy Technology). Os pesquisadores dessa renomada instituição recomendam usar o menor coletor possível, o que no caso de cestos preenchidos com pedras seria de 2.500 cm³, e estabelecer o número de réplicas em pelo menos seis, com uma margem adicional para o caso de haver perdas acidentais. Este centro de pesquisa ainda sugere um período de exposição de seis semanas para o uso em programas de biomonitoramento. No entanto, é preciso considerar que o tempo de exposição pode ser variável, em função do tipo de substrato usado, da estação do ano e do tipo de ambiente amostrado (ROSENBERG & RESH, 1982). Em resumo, a velocidade de colonização dos substratos artificiais para macroinvertebrados bentônicos ainda permanece incerta, então geralmente são feitos intervalos no tempo de colonização, no qual são retirados do ambiente lotes de amostras (ex: amostras com 20, 40 e 75 dias de colonização – (HENRIQUES OLIVEIRA, 2002)) para observação da riqueza de espécies colonizadoras, até que se possa atingir o máximo de colonização possível (tempo de

exposição onde houve maior variedade de espécies).

Quando as condições locais permitirem, o amostrador deverá ser colocado no fundo do corpo d'água para se aumentar as oportunidades para as diversas fontes possíveis de colonização.

Considerações Metodológicas

Ao se utilizar os coletores de substrato artificial, é recomendável se ter em mente um objetivo claro e preciso, e entender exatamente o que o substrato artificial é capaz de medir. Os macroinvertebrados que colonizam um substrato artificial são indicadores da qualidade da água apenas durante o tempo de exposição (CANADA CENTER FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY, 2005). Assim, esses coletores não permitem:

- Avaliar a composição da fauna bentônica nativa;
- Estimar a disponibilidade de organismos que serviriam como alimento para outros organismos aquáticos;
- Avaliar efeitos da poluição a longo prazo, uma vez que o espaço físico de colonização por estes organismos é limitado no substrato artificial.

O coletor com substrato artificial em geral imita certas características do ambiente amostrado (ROSENBERG & RESH, 1982), contendo material disponibilizado para colonização por organismos bentônicos. O substrato de colonização tanto pode ser encontrado no próprio ambiente de estudo como fora dele. Os resultados obtidos podem ser expressos em número de indivíduos ou táxons por unidade de amostra, por grama (peso uniformizado do material colonizado), ou ainda por centímetro quadrado (área uniformizada do substrato colonizado), dependendo do modelo escolhido (BRANDIMARTE et al., 2004).

Tipos de Coletores com Substrato Artificial

Em rios e lagos de grande profundidade ou de difícil acesso, os substratos artificiais podem ser utilizados amarrando-se cordas presas às margens ou em cordas com pesos no fundo, para fixação do coletor. Então, este material é deixado durante algum tempo no ambiente (em geral de 4 a 6 semanas), sendo retirado periodicamente para verificação da fauna colonizadora que se instala no coletor ao longo do tempo. Henriques de Oliveira (2002) sugere os intervalos de 20, 40 e 75 dias para a retirada periódica dos coletores, a fim de se acompanhar a evolução da colonização da fauna macrobentônica e da riqueza e diversidade de espécies colonizadoras.

Há vários tipos de coletores de substrato artificial: (A) saco de nylon com material natural (pedras ou folhas); (B) placas múltiplas; (C) cestos de espera; e (D) garrafas PET (VOLKMER-RIBEIRO et. al., 2004) (Figura 1).

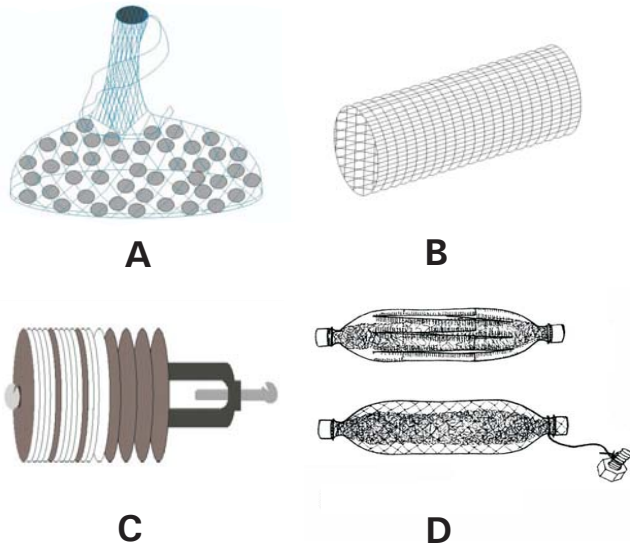


Fig. 1. Amostradores com substratos artificiais para a coleta de macroinvertebrados bentônicos. (A) Saco com pedras; (B) Cesto de metal; (C) Placas múltiplas; (D) garrafa PET (Desenho: Rejane Rosa, Criação: Cecília Volkmen Ribeiro, 2004).

Os cestos podem consistir de material não-biodegradável, preenchidos de preferência com substrato natural originário do próprio local (na maioria das vezes composto por pequenas pedras ou folhas de macrófitas). No caso do preenchimento com pedras, estas devem ser todas aproximadamente do mesmo tamanho, forma e composição, devendo ser lavadas com uma escova antes do uso.

Sugere-se as seguintes medidas para os sacos de nylon: 35 x 20 cm e malha de 6.8 mm. Eles podem ser preenchidos com folhas de macrófitas locais (ex: *Typha dominguensis*), com peso de 100g. O número ideal seria de 5 (cinco) amostras por ponto de coleta amostrado, para cada um dos três tempos de colonização (20, 40 e 75 dias), mas um número de 3 amostras também é aceitável (HENRIQUES-OLIVEIRA, 2002).

Ao retirar-se os coletores de substrato artificial da água, devem ser usados cestos de malha fina (de 250 micrômetros ou menos), a fim de se minimizar a perda de invertebrados.

As medidas de parâmetros físicos e químicos devem ser feitas em dois momentos: quando os amostradores forem colocados e quando eles forem retirados. De acordo com o Centro Canadense para Tecnologia Mineral e de Energia (CANADA CENTER FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY, 2005), a medição do crescimento do perífiton ou do acúmulo de detritos nos amostradores também é altamente recomendável.

Vantagens e Desvantagens

A vantagem do emprego do substrato artificial no biomonitoramento da qualidade da água consiste no fato de ser uma metodologia de baixo custo e de aparato técnico simples. Além disso, os substratos artificiais podem fornecer um nível único de replicabilidade de amostras, especialmente quando são colocados em ambientes

comparáveis. Assim, é interessante que se estabeleça um protocolo padrão para utilização em rios e lagos nos países em desenvolvimento, a fim de que estudos futuros possam ser comparados, desde que desenvolvidos em áreas de clima e geografia semelhantes.

Os substratos artificiais permitem grande flexibilidade na seleção de locais de amostragem. Também permitem a comparação de efeitos ambientais de efluentes ao longo de um curso d'água onde o habitat de fundo é inconstante, tal como zonas de erosão a montante e zonas de deposição a jusante de uma fonte pontual de poluição.

As maiores desvantagens são que o substrato artificial não deixa de ser uma coleta seletiva, pois exclui alguns organismos que não conseguem colonizá-lo, e o coletor, quando colocado em locais públicos, fica sujeito ao vandalismo, podendo ser rasgado ou retirado, o que prejudica o monitoramento. Outro problema é a necessidade de se fazer duas viagens, ou seja, para instalação e remoção dos coletores, o que pode encarecer um projeto de monitoramento de longo prazo. Outra desvantagem seria a dificuldade de instalação em rios largos e com muita correnteza.

Uso do Substrato Artificial em Estudos de Limnologia

Segundo Muzaffar & Colbo (2002), relativamente poucos estudos foram conduzidos em ambientes lânticos rasos em comparação com sistemas lóticos (rios). A literatura descreve o uso de substratos artificiais para colonização por organismos bentônicos nos seguintes estudos: avaliação dos efeitos do adubo orgânico em sistemas de aquicultura (BORGHOFF-GONÇALVES & TRIVINHO-STRIXINO, 1997); para se avaliar o impacto sobre a comunidade destes organismos provocado pela entrada de esgoto doméstico sem tratamento em lagoas costeiras (HENRIQUES DE OLIVEIRA, 2002); para se estimar a efetividade deste tipo de coletor para grandes rios quanto à qualidade da água (CZERNIAWSKA-KUSZA, 2004); e para estudos do efeito do tempo de colonização sobre medidas bioindicadoras de qualidade de água (WATERS et al., 2005).

Caracterização da Fauna Colonizadora e sua Relação com a Qualidade da Água

Após o tempo de exposição do substrato artificial no ambiente aquático e sua retirada de acordo com os cuidados mencionados acima, deverá ser feita a identificação dos organismos e relacioná-los com a qualidade da água. Embora essa identificação deva ser feita por especialistas, alguns parâmetros facilmente calculados podem ser estimados por leigos. Exemplos são a riqueza taxonômica (número de tipos encontrados numa amostra) e número total

de indivíduos encontrados na amostra. A identificação de famílias de macroinvertebrados bentônicos é relativamente fácil, e a classificação destes organismos a este nível taxonômico já permite fazer algumas relações com a qualidade da água, medida por parâmetros físico-químicos.

Algumas ordens de insetos aquáticos, tais como: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, são reconhecidamente sensíveis à poluição orgânica, provocada principalmente por efluentes domésticos. Os indivíduos destas ordens são os primeiros a desaparecer ou reduzir o seu número em caso de impacto ambiental e piora na qualidade da água, pois eles dependem, de modo geral, de uma concentração de oxigênio dissolvido relativamente alta para sobreviverem, além de outras condições abióticas, como por exemplo a baixa concentração de sólidos em suspensão e presença de mata ciliar, principalmente para

rios e riachos. Por outro lado, algumas ordens como Diptera, Hirudinea e Haplotaxida são tolerantes à poluição orgânica e se beneficiam das condições de maior concentração de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) e sólidos em suspensão para aumentar em abundância sobre os organismos sensíveis. A figura 2 mostra um exemplo de famílias de macroinvertebrados e sua relação com o impacto antrópico. Neste quadro é importante notar que a riqueza de espécies diminui à medida que o impacto se torna mais intenso, permanecendo apenas aquelas mais tolerantes às novas condições ambientais.

No entanto, é importante notar que este quadro é apenas um exemplo, ou seja, não quer dizer que serão exatamente estas as famílias encontradas para todos os ambientes aquáticos, pois a fauna é diferente para cada tipo de ambiente (rio, lago, reservatório, viveiro de peixes).

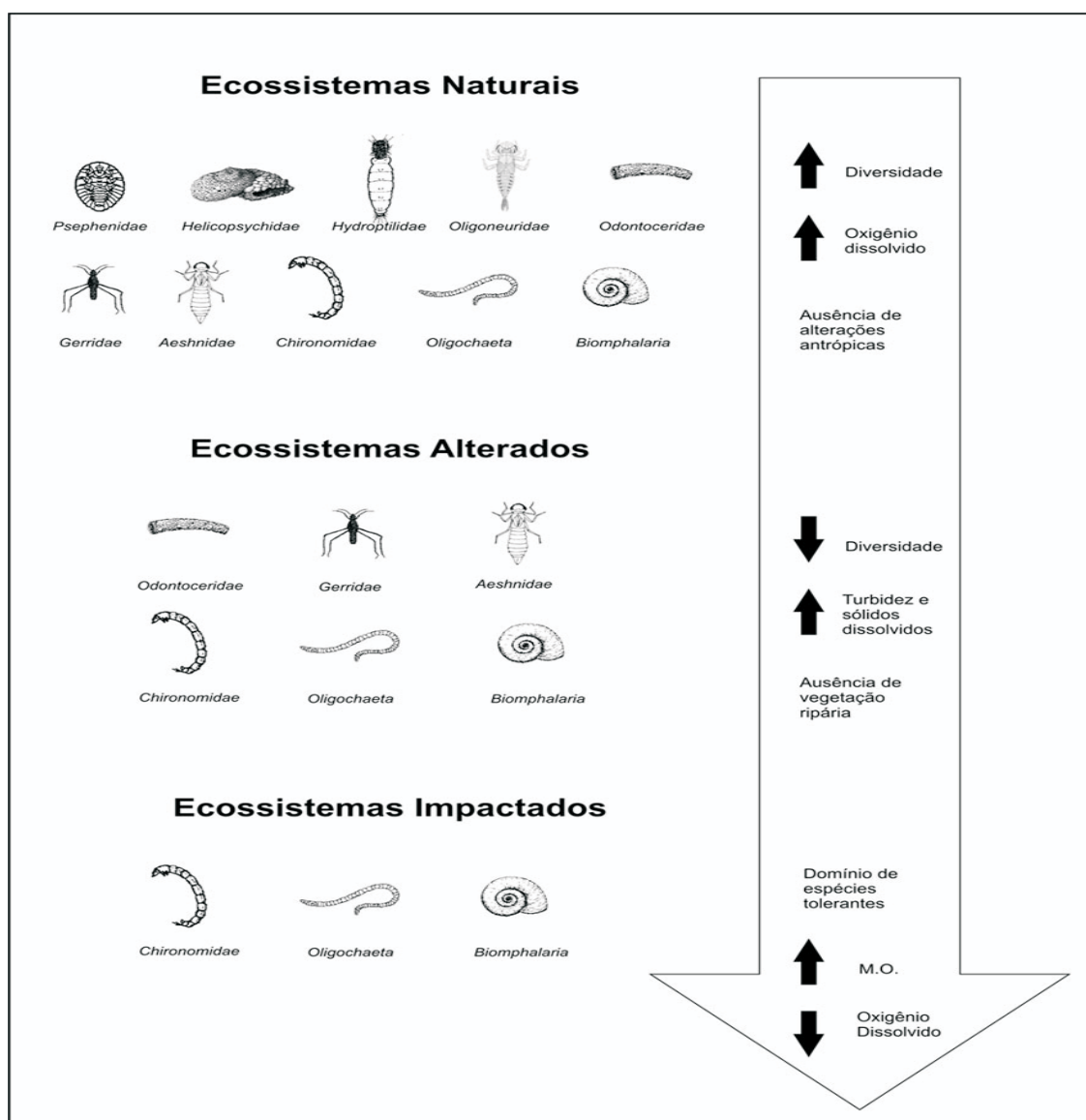


Fig. 2. Redução da riqueza de organismos bentônicos em função do aumento do impacto antrópico. Adaptação de Callisto (2004).

Referências

- BORGHOFF-GONÇALVES, C.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Macroinvertebrados bentônicos em tanques de piscicultura. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8., 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFScar, 1997. p.43-52.
- BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M.L. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C. E.; BICUDO, D. C. (Org). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: Rima Editora, 2004. p.213-230.
- CALLISTO, M. **Organismos bentônicos como bioindicadores de qualidade de água**: curso. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.
- CANADA CENTER FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY. **Review of artificial substrates for benthos sample collection**. Disponível em: <www.nrcan.gc.ca/mms/canmet-mtb/mmsl-lmsm/enviro/reports/2_1_1.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2005.
- CZERNIAWSKA-KUSZA, I. Use of artificial substrates for sampling benthic macroinvertebrates in the assessment of water quality of large lowland rivers. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.13, n.5, p.579-584, 2004.
- HENRIQUES DE OLIVEIRA, C. **Macroinvertebrados associados à *Typha domingensis* Pers (Typhaceae) em duas lagoas no litoral norte fluminense e sua utilização em programas de biomonitoramento**. 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- MUZAFFAR, S.B.; COLBO, M.H. The effects of sampling technique on the ecological characterization of shallow, benthic macroinvertebrate communities in two Newfoundland ponds. **Hydrobiologia**, v.477, p.31-39, 2002.
- RESH, V.H.; JACKSON J.K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman and Hall, 1993. p.195-233.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V.H. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: CAIRNS JR., J. (Ed.). **Artificial substrates**. Ann Arbor: Ann Arbor Science/Butterworth Group, 1982. p.175-235.
- VOLKMER-RIBEIRO, C.; GUADAGNIN, D.L.; DE ROSA-BARBOSA, R.; SILVA, M.M.; DRÜGG-HAHN, S.; LOPES-PITONI, V.L.; GASTAL, H.A. de O.; BARROS, M.P.; DEMAMAN, L.V. A polyethylenetherephtalate (PET) device for sampling freshwater benthic macroinvertebrates. **Brazilian Journal of Biology**, v.64, n.3A, p.531-541, 2004.
- WATERS, N.M.; AURO, M.E.; HAGEN, T.; DUMONT, K.L. How colonization time influences macroinvertebrate community measures on artificial substrates. **Journal of Freshwater Ecology**, v.20, n.1, p.9-16, 2005.

Comunicado Técnico, 36

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP 340 km 127,5
Caixa Postal 69, Tanquinho Velho
13.820-000 Jaguariúna/SP
Fone: (19) 3867-8700
Fax: (19) 3867-8740
E-mail: sac@cpnma.embrapa.br

1ª edição eletrônica
2006

Comitê de Publicações

Presidente: Ladislau Araújo Skorupa.
Secretário-Executivo: Sandro Freitas Nunes.
Bibliotecário: Maria Amélia de Toledo Leme.
Membros: Cláudio César de A. Buschinelli, Heloisa Ferreira Filizola, Manoel Dornelas de Souza, Maria Conceição P. Young Pessoa, Marta Camargo de Assis, Osvaldo Cabral

Expediente

Tratamento das ilustrações: Sandro Freitas Nunes.
Editoração eletrônica: Sandro Freitas Nunes.