



# ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MACAÉ E SÃO JOÃO PARA AUXÍLIO NA CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE MULTIMÉTRICO

Ana Sattamini de Souza

Carla Araújo Vieira; Riccardo Mugnai; Thiago Maciel Costa; Darcilio Fernandes Baptista

1 - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil, nº 4365, Pavilhão Lauro Travassos, Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental - LAPSA, Manguinhos, 21040 - 900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: anasattamini@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Os efeitos da ação antropogênica têm gerado grande preocupação em relação aos ambientes lóticos de água doce. Desmatamento, poluições através de fontes não pontuais, distúrbios físicos no habitat, entre outros, ameaçam a integridade desses ecossistemas. Tendo em vista a necessidade da avaliação do estado de conservação dos rios como ponto de partida para ações de recuperação, o monitoramento é uma importante ferramenta para a gestão desses ambientes aquáticos.

Metodologias tradicionalmente usadas para o monitoramento de ecossistemas aquáticos como análises físicas, químicas e bacteriológicas e novas técnicas como o estudo da biota aquática devem ser consideradas complementares e não excludentes (BUSS *et al.*, 2008) na avaliação dos rios. A organização espacial e estrutural dos organismos que vivem no ecossistema, juntamente com outras análises, mostram uma visão mais completa, avaliando a integridade do ecossistema (Baptista 2008), além de fornecer informações sobre o passado recente das condições ambientais daquele local, o que não acontece quando se realiza somente análises físico-químicas pontuais (Cairns & Pratt, 1993).

No Brasil, um reduzido número de estudos de biomonitoramento utilizando macroinvertebrados aquáticos tem sido realizado. Estes contribuíram para o aumento da nossa habilidade de mensuração da integridade ecológica dos ambientes lóticos de água doce.

Índices multimétricos, baseados em uma classificação *a priori*, vem sendo desenvolvidos e priorizados em vários países (BARBOUR *et al.*, 1999) em biomonitoramento. Este tipo de bioavaliação é baseado no estabelecimento, *a priori*, de condições de referência que são comparadas com os locais impactados.

Na Europa, vários programas foram criados no intuito de cumprir a *European Community Water Framework Directive* N<sup>o</sup> 2000/60/EC (EC, 2000) que tornará obrigatório

o uso de monitoramento biológico em todos os países europeus a partir de 2010. Um desses programas, o AQEM, propôs um sistema que utiliza o desenvolvimento de índices multimétricos baseados na fauna de macroinvertebrados em oito países (Oliveira, *et al.*, 2008). Já nos EUA, a criação dos Protocolos de Bioavaliação Rápida (RBP-sigla em inglês) foi um grande avanço na utilização de características biológicas para monitoramento, pois define protocolos específicos para construção de índices multimétricos a serem usados no biomonitoramento, empregando como organismos indicadores macroinvertebrados, peixes e perifíton. O índice multimétrico é baseado na escolha de medidas bioindicadoras (métricas), que expressam características biológicas distintas e fornecem informações sobre diferentes tipos de impactos, unificadas em um único índice (Barbour, *et al.*, 1999).

O sistema de biomonitoramento que considera o conceito de qualidade ecológica da água já está contemplado na legislação nos Estados Unidos da América (EUA), Canadá, Austrália, Nova Zelândia e em países da Comunidade Européia. Assim, a equipe do Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental (Lapsa) da FIOCRUZ acredita que os procedimentos padrões adotados em tais países, também possam ser implementados em programas de biomonitoramento no Brasil. Nesse âmbito, o grupo de pesquisa do LAPSA desenvolveu dois índices biológicos como ferramentas para o monitoramento da condição ecológica de rios no Estado do Rio de Janeiro: um monométrico, o IBE - IOC (Índice Biótico Estendido) (MUGNAI *et al.*, 2008) e um Índice Multimétrico, SOMI (Serra dos Órgãos Multimetric Index) (BAPTISTA *et al.*, 2007), ambos baseados na comunidade de macroinvertebrados. Entretanto, os índices (IBE - IOC e SOMI) foram formulados considerando coletas e triagens exaustivas do levantamento da fauna bentônica de macroinvertebrados, desta forma, em particular o índice SOMI, possui reduzida aplicabilidade em procedimentos de rotina.

Atualmente, o LAPSA vem investindo no desenvolvimento de índices multimétricos rápidos para toda a Serra do Mar no estado do Rio de Janeiro. Neste programa de estudo, já foram feitos levantamentos da biodiversidade de macroinvertebrados no complexo das bacias dos rios Guapiaçu - Macacu - Guapimirim, nas bacias pertencentes à serra da Bocaina e nas bacias do complexo Paquequer - Piabanha - Preto.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar o resultado do levantamento da macrofauna bentônica das bacias hidrográficas dos rios Macaé e São João, em trechos de rio que apresentam um gradiente de distúrbios ambientais (rios de referências, intermediários, e degradados) e altitudinais para posterior construção de um índice multimétrico para estas bacias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Localização das Áreas Amostrais*

Foram amostrados trechos de rios nas bacias hidrográficas dos rios São João e rio Macaé, totalizando 31 trechos de rios correspondentes a trechos de 1ª a 6ª ordem. Os trechos de rios selecionados foram amostrados no período seco do ano, junho de 2008. No local da coleta foi efetuado um protocolo que definiu *a priori*, a classificação do rio (referência, intermediário ou pobre) utilizando o Protocolo Visual de Habitat (BARBOUR *et al.*, 1999).

### *Amostragem da Macrofauna Bentônica-MULTI - HABITAT*

Para amostragem, foi adotado um procedimento básico definido no sistema AQEM europeu e no Protocolo para Macroinvertebrados denominado RBP III da Environmental Protection Agency (EPA)-EUA. Foi utilizado um amostrador kick - net com malha de 0,5 mm para um total de 20 kicks, que correspondem a um total de 20 m<sup>2</sup> de habitat amostrados, com base na proporcionalidade dos micro - habitats disponíveis. Para tornar a metodologia rápida, a amostra total era colocada em um equipamento de subamostragem dividido em 24 quadrats, no qual eram sorteados 6 quadrats para triagem de todos os macroinvertebrados encontrados.

### *Procedimento em laboratório*

Após a coleta e a subamostragem, as amostras foram levadas ao laboratório onde passaram por procedimentos de retirada do material bruto (folhas e gravetos), triagem (momento em que os macroinvertebrados são percebidos a olho nu e separados em nível taxonômico ordem) e identificação dos macroinvertebrados (nos níveis taxonômicos família e gênero).

### *Medidas ambientais*

Foram registrados e caracterizados alguns parâmetros ambientais para futuras análises envolvendo a comunidade de macroinvertebrados; a) hidrologia - velocidade da correnteza, profundidade média, vazão; b) medições da qualidade físico - químicas da água - Nitrogênio Total, Amônia Total, Fósforo Total, dureza total (mg/l Ca e mg/l Mg),

alcalinidade total (mg/l CaCO<sub>3</sub>), cloretos (mg/l Cl<sup>-</sup>), bicarbonatos (mg/l CaCO<sub>3</sub>)-medidor HATCH SR 2500; c) medições microbiológicas-coliformes totais e fecais, através do método de membranas filtrantes.

### *Análise de dados*

Foram calculadas medidas de diversidade (riqueza de espécies, índice de diversidade de Shannon, índice de diversidade de Margalef, equitabilidade) dos locais estudados e foi realizada uma comparação entre rios com diferentes graus de degradação através de uma análise de agrupamento multivariada, UPGMA, Bray - Curtis. Foram calculadas 14 medidas bioindicadoras (métricas) para 6 trechos de rios de referência e 6 trechos de rios intermediários. Utilizando o método do Box - Plot Whisker (PAST) as métricas dos trechos de rios intermediário e de referência foram relacionadas. Estas métricas foram: %Diptera, %Coleoptera, Riqueza total, Riqueza Trichoptera, Abundância relativa, Dominância -D, Shannon -H, Simpson -1 - D, Equitabilidade H/S, Diversidade de Menhinick, Diversidade Margalef, Equitabilidade-J, Fisher -alpha e diversidade de Berger - Parker.

## RESULTADOS

Os resultados da medição dos 21 parâmetros físico - químicos e bacteriológicos auxiliaram na definição das condições *a priori* das áreas de referências. Dentre os parâmetros destacamos: OD (oxigênio dissolvido) ≥6.0 mg/l e 7.0 ≥ pH ≥ 5.0, Nitrogênio Total (Referência - 0.61 mg/l; Degradada - 2.3 mg/l) e coliformes fecais (Referência - 13 NCF; Degradada - 106 NCF). Em geral, os resultados das análises dos outros parâmetros indicativos de poluição, principalmente os nutrientes, não demonstraram diferenças significativas entre as áreas de referências e as degradadas, indicando que mesmo os locais considerados como referência, apresentam fontes difusas de poluição, provavelmente devido ao uso inadequado de fertilizantes em pequenas áreas próximas aos rios.

A biota coligida foi identificada nos níveis taxonômicos gênero e família em 23 trechos de rios, sendo 13 classificados como referência, 1 classificado como degradado e 9 como intermediários, pertencendo a nove ordens de insetos aquáticos. Nos trechos de rio classificados como referência, as ordens de insetos aquáticos tiveram as seguintes quantidades de famílias e gêneros encontrados: Ephemeroptera - 5 famílias e 12 gêneros; Odonata - 8 famílias e 14 gêneros; Plecoptera - 2 famílias e 7 gêneros; Hemiptera - 8 famílias; Megaloptera - 1 família e 1 gênero; Trichoptera 10 famílias e 16 gêneros; Lepidoptera - 1 família; Coleoptera - 10 famílias e 10 gêneros; Diptera - 8 famílias. Na área degradada, as quantidades de famílias e gêneros de insetos aquáticos encontrados foram menores: Ephemeroptera - 3 famílias e 5 gêneros; Odonata - 1 família e 1 gênero; Plecoptera - 1 família e 1 gênero; Trichoptera - 3 famílias e 5 gêneros; Coleoptera - 1 família e 2 gêneros; Diptera - 3 famílias. Além das ordens mencionadas, alguns indivíduos do subfilo Chelicerata, do filo Annelida (Hirudinea e Oligochaeta), do filo Crustacea (Decapoda) também foram encontrados em alguns trechos de rio. Neste contexto destaca - se a ordem Plecoptera, que é mais sensível à perturbação ambiental,

por possuir traqueobrânquias não móveis na base das pernas ou na região anal, o que dificulta a oxigenação, foi observada em maior porcentagem em áreas de referência (em média 7,45% Plecoptera) quando comparada à área rural sem despejo orgânico (1,45% de Plecoptera).

Os trechos de rios classificados como referência, obtiveram riquezas de táxons com média igual a 44, o que significa dizer que, em geral, os locais de referência apresentaram mais que o dobro de unidades taxonômicas que a área rural degradada sem despejo orgânico (trecho de rio degradado) sendo que este obteve uma riqueza de 19 táxons. Pode-se especular que, quando forem comparadas às áreas degradadas com aporte de despejo orgânico, cuja biota ainda está em fase de identificação, os locais de referência poderão apresentar uma riqueza relativamente maior.

As áreas classificadas como intermediárias apresentaram riquezas de táxons com média igual a 36 unidades taxonômicas, próxima da riqueza encontrada em áreas de referência. Isso mostra que as bacias estudadas, principalmente a do Macaé, apresentam pouco impacto antropogênico. Utilizando a análise de agrupamento multivariada (UPGMA) Bray Curtis, foi possível observar que os trechos de rio se agruparam da seguinte maneira: os trechos de rios classificados como referência e intermediários se agruparam mostrando uma alta similaridade. O trecho degradado que não possuía aporte de despejo orgânico, se isolou dos locais de referência e intermediários.

Das 14 métricas calculadas neste trabalho, 12 foram capazes de diferenciar áreas de referência das áreas intermediárias. Do conjunto de métricas válidas se destacaram as medidas que expressam a diversidade biológica (Shannon  $H'$ , Simpson  $1-D$ , Diversidade de Menhinick, Diversidade Margalef, Fisher  $\alpha$  e Diversidade de Berger - Parker) e algumas métricas de composição (%Coleoptera), riqueza (Riqueza Total e de Número de taxa de Trichoptera). As métricas % de Díptera e abundância relativa, não foram significativamente diferentes entre locais de referência e intermediários.

## CONCLUSÃO

A partir do estudo da organização dos macroinvertebrados nas bacias dos rios Macaé e São João, observou-se diferença na estrutura das comunidades entre os trechos de rios de referência e intermediários com relação ao trecho degradado. Essa diferença refletiu um gradiente de degradação, no qual as áreas mais preservadas (referências) se mostraram altamente correlacionadas e a área degradada se isolou em outro grupo.

O fato dos trechos intermediários se agruparem com os trechos de referência evidencia a importância de desenvolver índices multimétricos, pois, através da análise comparativa de métricas específicas foi possível perceber pequenas nuances entre trechos de rios nessas condições que, apenas pela análise de Agrupamento ou Correspondência, não explicitavam as diferenciações do grau de integridade biótica. Concluímos que a análise da organização dos macroinvertebrados entre os trechos de rios estudados, contribuirá

para o processo de construção e desenvolvimento de um índice multimétrico para as bacias dos rios Macaé e São João. O fato de que muitas métricas já se mostraram capazes de diferenciar áreas intermediárias daquelas de referência indica que embora ainda falte concluir algumas etapas para construir o índice definitivo, nossos testes preliminares apontam para um resultado promissor. A primeira etapa para a construção de um índice multimétrico já foi parcialmente realizada, mas pretendemos ainda testar novas métricas e concluir o levantamento da macrofauna dos demais rios degradados. Numa segunda fase, os parâmetros ambientais avaliados neste estudo (parâmetros do habitat e químicos da água), servirão para testar a sensibilidade do índice multimétrico.

**Suporte Financeiro:** CNPq/PAPES V / FIOCRUZ - IOC

## REFERÊNCIAS

- Baptista, D.F.; Buss, D.F.; Egler, M.; Giovanelli, A; Silveira, M. & Nessimian, J.L. 2007. A Multimetric Index Based on Benthic Macroinvertebrates for Evaluation of Atlantic Forest Streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Hydrobiologia*, 575: 83 - 94.
- Baptista, D.F. 2008. Uso de Macroinvertebrados em Procedimentos de Biomonitoramento em Ecossistemas Aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3): 425 - 441
- Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D. & Stribling, J.B., 1999. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. Washington: U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, EPA 841 - B - 99 - 002.
- Buss, D.F.; Oliveira, R.B.S. & Baptista, D.F. 2008. Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos Continentais. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (3):339 - 345
- Cairns, J. & Pratt, J.R. 1993. A history of biological monitoring using benthic Macroinvertebrates. Pp 10 - 17. In: Rosenberg, D.M. & Resh, V.H., (eds.), *Freshwater Biology and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- E.C. European Commission. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and Council, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Community*, L327: 1 - 72.
- Mugnai, R, Oliveira, R.B.S.; Carvalho, A. L. & Baptista, D.F. 2008. Adaptation of the Índice Biotico Esteso (IBE) for water quality assessment in rivers of Serra do Mar, Rio de Janeiro State, Brazil. *Tropical Zoology* 21: 57 - 74.
- Oliveira, R.B.S; Castro, C.M. & Baptista, D.F. 2008. Desenvolvimento de Índices Multimétricos para Utilização em Programas de Monitoramento Biológico da Integridade de Ecossistemas Aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3):487 - 505