

# Aplicação dos índices biológicos *Biological Monitoring Working Party* e *Average Score per Taxon* para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil\*

Application of the biological indices *Biological Monitoring Working Party* and *Average Score per Taxon* to assess the water quality of Ouricuri river in the Municipality of Capanema, Pará State, Brazil

Aplicación de los índices biológicos *Biological Monitoring Working Party* y *Average Score per Taxon* para evaluar la calidad del agua del río Ouricuri en el Municipio de Capanema, Estado de Pará, Brasil

Kelves Williames dos Santos Silva  
*Laboratório de Biologia Molecular e Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, Pará, Brasil*

Mauro André Damasceno de Melo  
*Laboratório de Biologia Molecular e Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, Pará, Brasil*

Nafitalino dos Santos Everton  
*Laboratório de Biologia Molecular e Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, Pará, Brasil*

## RESUMO

Problemas ambientais relacionados à qualidade da água em ecossistemas continentais têm motivado a realização de estudos que visam à proteção e conservação destes ambientes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água em cinco pontos do rio Ouricuri, localizados dentro e fora da zona urbana do Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil, utilizando os índices biológicos *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) e *Average Score per Taxon* (ASPT). O resultado da avaliação dos índices biológicos identificou um padrão de qualidade de água que se apresentou como duvidosa (P1), crítica (P2, P3 e P4) e muito crítica (P5), poluídas de forma moderada e severa. Os valores de riqueza taxonômica tendem a diminuir à jusante do ponto P2, acompanhados pelo aumento dos níveis de turbidez, matéria orgânica e fósforo total, sendo os dois últimos medidos em nível de substrato. Foram identificados 1.039 indivíduos pertencentes a 14 famílias nos cinco pontos amostrados, sendo os principais grupos identificados como Chironomidae, Oligochaeta e Thiaridae. A mudança na composição da fauna de macroinvertebrados ao longo do rio Ouricuri apresenta-se como resultado da combinação de fatores antrópicos associados ao mesmo, tais como: perda de mata ciliar, erosão de margem, mudança de substrato, fluxo de efluentes domésticos e proliferação de macrófitas.

**Palavras-chave:** Macroinvertebrados; Bioindicadores; Potabilidade; Conservação.

## INTRODUÇÃO

Muito do que se observa das alterações que ocorrem em ambientes aquáticos são resultados, em grande parte, da expansão das fronteiras agrárias e, por conseguinte, das ações antrópicas, as quais atualmente têm causado enorme preocupação no que se refere

à disponibilidade e qualidade dos corpos d'água<sup>1</sup>. Desta maneira, rios e riachos apresentam-se como ecossistemas intensamente impactados pelo avanço do crescimento demográfico das populações, lançamento de elevadas quantidades de efluentes de origem industrial e doméstico, construção de barragens, destruição de habitats e introdução de espécies exóticas<sup>2,3</sup>. Tais eventos

\* Artigo apresentado no I Seminário de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação (I SPMAC), promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente (PPGCMA) e o Laboratório de Simulação Computacional em Meio Ambiente (LSCMAM) da Universidade Federal do Pará (UFPA), realizado de 4 a 8 de maio de 2015 na Cidade Belém, Estado do Pará, Brasil. Os Editores agradecem a parceria do PPGCMA/UFPA e LSCMAM/UFPA e por terem escolhido a Revista Pan-Amazônica de Saúde para publicação dos excelentes trabalhos apresentados no evento.

### Correspondência / Correspondence / Correspondencia:

Mauro André Damasceno de Melo  
Rua da Escola Agrícola, s/nº. Bairro: Taíra  
CEP: 68600-000 Bragança-Pará-Brasil  
Tel.: +55 (82) 98891-2202  
E-mail: mauroandremelo@gmail.com / mauro.melo@ifpa.edu.br

de origem antrópica têm ocasionado desequilíbrio nestes ecossistemas continentais de água doce, alterando as atividades tróficas e influenciando na diversidade de organismos que habitam os mesmos<sup>4</sup>. O impacto causado aos ambientes aquáticos continentais é resultante do aumento do fluxo de nutrientes e poluentes oriundos da agricultura, indústria e fontes domésticas<sup>5</sup>, sendo este o primeiro problema identificado como causa importante na determinação do declínio da qualidade e diversidade biológica dos rios. Por conta disso, nas últimas décadas, muitos esforços têm sido empregados no sentido de detectar, quantificar e mitigar estes efeitos.

A característica natural de um ambiente lótico pode ser mensurada levando-se em conta o aparecimento de agentes orgânicos e inorgânicos em diferentes quantidades, composição e também pela diversidade da comunidade aquática presentes no ecossistema, na qual as particularidades deste ambiente estão sujeitas a variações estruturais e sazonais que são provenientes de fatores particularmente internos e externos do próprio curso d'água<sup>6</sup>.

O monitoramento dos recursos aquáticos tem, como eixo principal de execução, a possibilidade de se fazer uma avaliação da presença ou ausência de alguns organismos em uma área do sistema lótico, sendo verificadas, nesse contexto, a quantidade e a diversidade de espécimes sensíveis ou não às perturbações frequentemente acometidas por esses ambientes<sup>7</sup>, ou seja, verificar o equilíbrio entre as comunidades de indivíduos no ecossistema. Os indivíduos de vida aquática, em especial os animais invertebrados, destacam-se como sendo os organismos que refletem as reais alterações ocasionadas aos sistemas aquáticos<sup>8</sup>, registrando não somente características especificamente relacionadas às condições da água, como também, a dinâmica de agentes que se estabelecem entre os fatores bióticos e abióticos (biótopo) do próprio ecossistema<sup>9</sup>.

Os macroinvertebrados bentônicos são animais que apresentam no mínimo 0,25 mm, habitam o sedimento de corpos d'água e têm a capacidade de colonizar diversos tipos de substrato, tais como: restos de troncos, folhas, pedras e macrófitas aquáticas, durante todo ou parte do ciclo de vida<sup>10,11</sup>. A composição do substrato e a disponibilidade de alimento afetam a distribuição desses organismos e de suas comunidades no ambiente aquático<sup>12</sup>, assim como as características físico-químicas da água<sup>13</sup>. A utilização de macroinvertebrados bentônicos possibilita a avaliação desses ecossistemas continentais e apresenta-se como um método eficaz para estudos de impactos ambientais, uma vez que a integridade dessa comunidade de animais está intimamente relacionada a possíveis alterações no habitat quanto à presença de substâncias poluidoras<sup>14,15</sup>. Portanto, esses animais podem ser empregados como bioindicadores de qualidade de água, permitindo uma avaliação associada aos efeitos ecológicos acarretados por diversas fontes de poluição hídrica<sup>16</sup>. A viabilidade do uso desses invertebrados em estudos de qualidade ambiental resulta das características dos mesmos, tais como abundância em diversos ecossistemas aquáticos (lênticos e lóticos), pouca ou nenhuma locomoção e

presença em amostragens, tanto antes quanto depois de eventos de impactos ambientais<sup>17,18,19,20</sup>.

As modificações ocasionadas na composição natural das populações de macroinvertebrados bentônicos, em relação à dinâmica espacial, vêm sendo empregadas como eficientes instrumentos biológicos em estudos de monitoramento de agentes desencadeadores de poluição hídrica<sup>21</sup>. Esses estudos adquiriram total relevância ao descreverem os impactos causados nas cadeias tróficas de ambientes aquáticos<sup>22</sup>. Um estudo analisou a diversidade de macroinvertebrados no período de um ano em pontos do rio Tâmis, Reino Unido, por meio das estimativas de *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), *Average Score per Taxon* (ASPT) e índice de diversidade Shannon-Wiener, com o intuito de avaliar os impactos causados a estes organismos pelos fatores de qualidade de água e as modificações físicas do habitat<sup>23</sup>. Os resultados mostraram que pontos menos modificados abrigaram maiores diversidades de organismos e que a qualidade da água apresentou-se como o fator limitante primário desta diversidade. No Brasil, avaliações utilizando o índice BMWP foram observadas em trabalhos realizados na bacia do rio Doce, Estado de Minas Gerais<sup>24</sup>; um fragmento de mata atlântica, também no mesmo Estado<sup>25</sup> e rio dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul<sup>26</sup>, indicando um número ainda escasso e geograficamente restrito de estudos de biomonitoramento de qualidade de água no País.

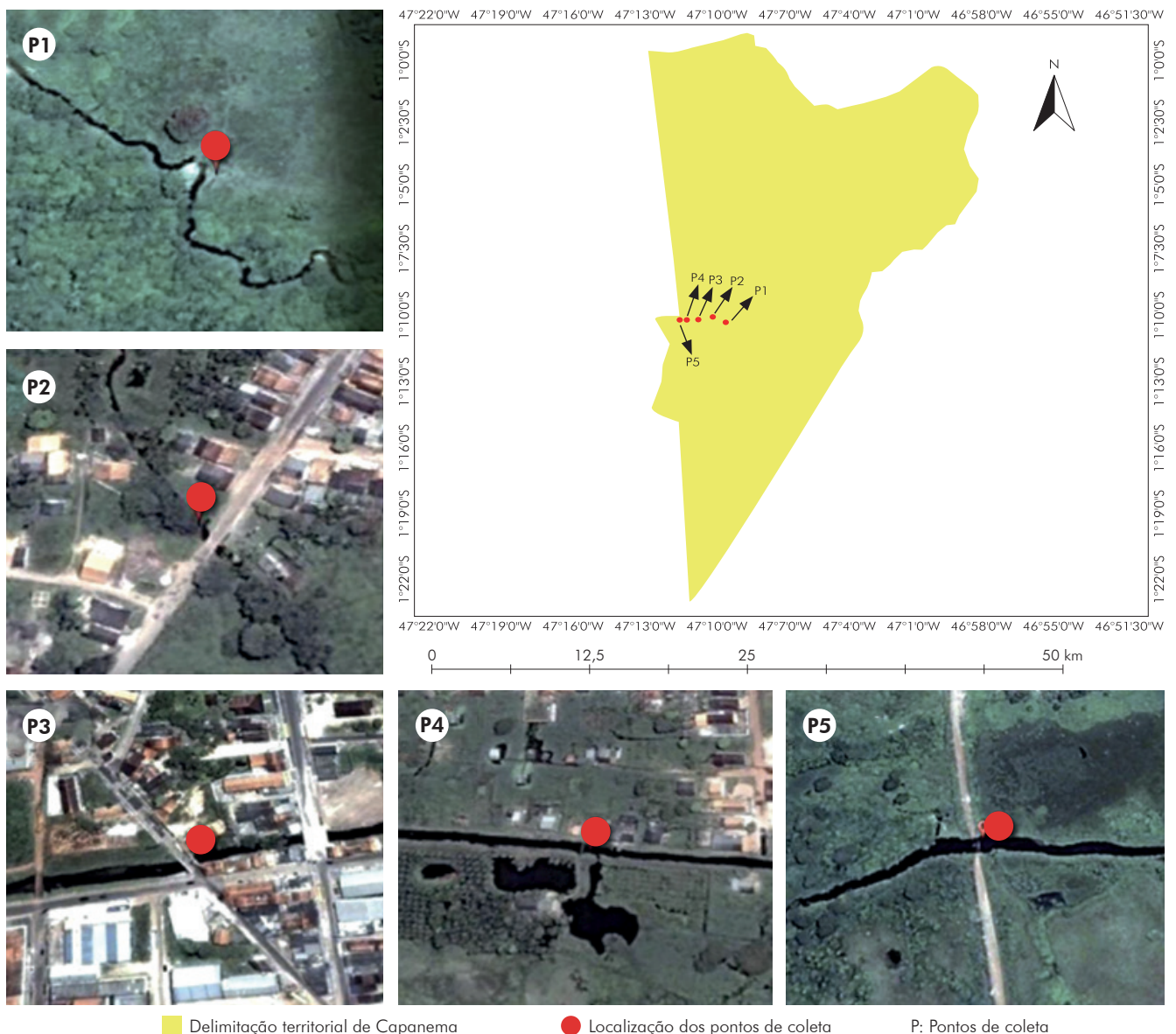
Muitos trabalhos foram realizados em regiões de clima temperado e tropical utilizando macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade em ambientes aquáticos continentais<sup>27,28,29,30</sup>, porém poucos registros são observados para a Região Amazônica, o que gera certa preocupação, visto que muitas das cidades inseridas neste contexto estão intimamente associadas a estes corpos d'água (transporte, lazer e fonte de alimento). Estudos sobre dez anos de descarga de rejeitos de bauxita no lago Batata, localizado no Município de Oriximiná, Estado do Pará, identificaram uma diminuição da densidade de macroinvertebrados bentônicos em pontos do lago, quando comparada aos valores observados para o lago Mussurá, localizado no mesmo Município, não antropizado, levantando questões relacionadas à granulometria do substrato e correlacionando-a com uma maior ou menor diversidade de táxons<sup>29</sup>. Um estudo realizado durante três anos sobre condições físico-químicas e biológicas em cinco pontos do Igarapé do Mindu, Cidade de Manaus, Estado do Amazonas, identificou uma evidente diminuição da diversidade de macroinvertebrados em áreas de pressão antrópica, caracterizadas por desmatamento de área ciliar, ocupações desordenadas e, conseqüentemente, elevado fluxo de esgoto doméstico<sup>31</sup>. O mesmo estudo relata ainda que em pontos de menor urbanização, mesmo com a diminuição da área de mata ciliar, foi possível identificar níveis mais elevados de diversidade de invertebrados. Avaliações das condições de 12 pontos do rio Maroaga localizado em Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas, revelaram que o mesmo enquadrava-se na classe I dos índices de BMWP, sendo considerado então como "limpo ou não significativamente alterado"<sup>32</sup>.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as condições de um trecho do rio Ouricuri localizado no Município de Capanema, nordeste paraense, por meio da utilização dos índices BMWP e ASPT.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostragens foram realizadas em um trecho do rio Ouricuri, onde seu canal atravessa o perímetro urbano do Município de Capanema, o qual está localizado a uma distância aproximada de 165 km da capital do Estado do Pará, Belém (Figura 1). Foram escolhidos cinco pontos de amostragens ao longo do corpo d'água, sendo o ponto P1 (01°11'30.2"S e 47°09'36.1"W) localizado à montante da Cidade de Capanema, os pontos P2 (01°11'16.7"S e 47°10'16.0"W), P3 (01°11'22.1"S e 47°10'47.4"W) e P4 (01°11'23.8"S e 47°11'18.4"W) localizados dentro da malha urbana da Cidade e o ponto P5 (01°11'22.8"S e 47°11'32.7"W) localizado à jusante da mesma (Figura 2).

Para a coleta de dados, foram realizadas duas amostragens nos cinco pontos predefinidos no período de estiagem (outubro/2013). As amostras de substrato foram armazenadas em reservatórios de 2 L, identificadas com seus respectivos pontos de coleta e transportadas até o laboratório, onde foram lavadas em água corrente e processadas em peneira de 300 µm de malha. A macrofauna bentônica foi conservada em álcool 70% para posterior análise em microscópio estereoscópico, no qual foi feita a triagem para a separação dos macrozoobentos do sedimento. Os animais bentônicos foram quantificados e identificados até o nível de família, segundo o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro<sup>33</sup>. As amostras foram obtidas pela utilização de um testemunho em formato de tubo, confeccionado em policloreto de polivinila e medindo 7,5 cm de diâmetro por 80 cm de comprimento (*core sampler*), permitindo assim a obtenção de amostras de um perfil íntegro e profundo do sedimento.



Datum: WGS 84. Sistema de Coordenadas Geográficas Lat/Long. Imagens: Landsat/DigitalGlobe/Software Google Earth. Pontos coletados: pesquisa de campo/Capanema-PA. Data de elaboração cartográfica: fevereiro/2014.

**Figura 1** – Localização dos pontos de coleta das amostras de substrato ao longo do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil





P: Pontos de coleta.

**Figura 2** – Pontos de coleta das amostras de substrato ao longo do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

Parâmetros físico-químicos, como temperatura ( $^{\circ}$  C), oxigênio dissolvido (mg/L), turbidez (NTU), fósforo total (P) e matéria orgânica (g/Kg), foram avaliados em todos os pontos amostrados. As três primeiras variáveis foram avaliadas a partir de 1 L de amostra de água coletada, enquanto que os dados referentes ao fósforo total e à matéria orgânica foram obtidos a partir da análise de 500 g de sedimento, posteriormente enviados ao laboratório de análise de solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Amazônia Oriental.

Para a análise dos dados oriundos da macrofauna bentônica presente nas águas do rio Ouricuri, foram selecionados os índices bióticos BMWP, ASPT e o índice de diversidade de Shannon-Wiener. O índice BMWP pontua de 1 a 10 o grau de resiliência dos animais bentônicos por família, conferindo valores elevados para aqueles com maior sensibilidade à poluição orgânica e valores menores para os organismos de maior tolerância a este mesmo tipo de poluição, baseando-se unicamente na presença ou ausência dos macroinvertebrados e possibilitando, assim, sua utilização como ferramenta para diagnosticar a contaminação dos corpos d'água por material orgânico<sup>34</sup>. A pontuação para um determinado ponto amostral é obtida pela soma dos valores individuais de todas as famílias presentes. Os valores de pontuação totais para um determinado ponto de coleta correspondem a uma categoria de qualidade de água, variando de bom a muito crítica (Tabela 1).

O índice ASPT é obtido a partir do valor de BMWP dividido pelo número total de famílias identificadas no ponto amostral analisado. Valores elevados deste índice são indicativos de locais de boa qualidade, constituídos por um número relativamente grande de táxons<sup>35</sup> (Tabela 2).

**Tabela 1** – Classes, valores de BMWP, categorias e diagnóstico da água analisada do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

Classe	BMWP	Categoria	Diagnóstico
	>150		Água limpa
I	101–150	Bom	Limpa ou não alterada significativamente
II	61–100	Aceitável	Limpa, porém levemente impactada
III	36–60	Questionável	Moderadamente impactada
IV	15–35	Crítico	Poluída ou impactada
V	<15	Muito crítico	Altamente poluída

**Tabela 2** – Valores de referência do índice ASPT e diagnóstico da água analisada do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

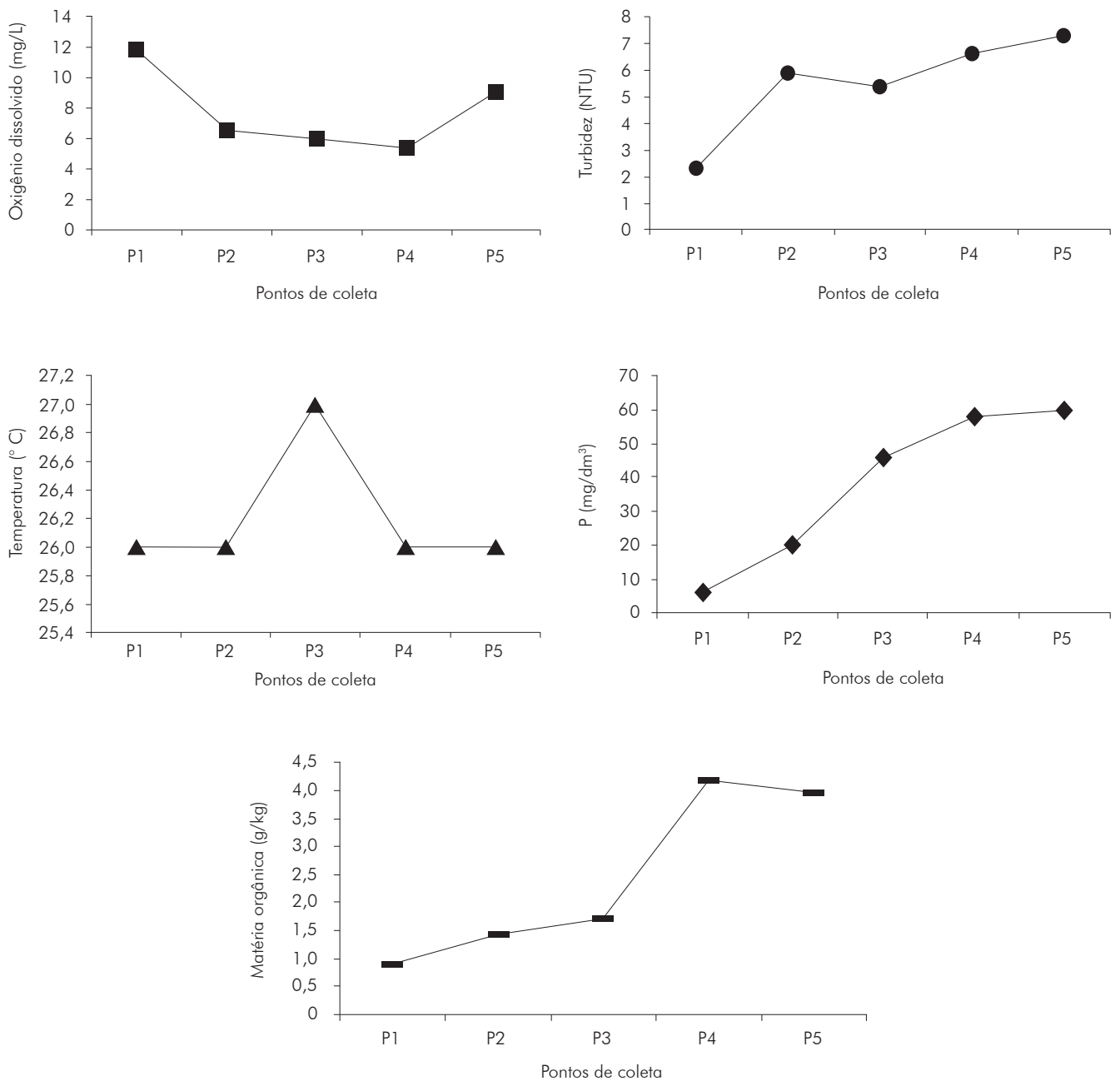
ASPT <sub>score</sub>	Diagnóstico
>6	Água limpa
5–6	Qualidade duvidosa
4–5	Provável poluição moderada
<4	Provável poluição severa

Os valores de diversidade foram obtidos pelo índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) [ $H' = -\sum(\pi_i)(\log_2\pi_i)$ ] por meio do programa BioEstat v5.0<sup>36</sup>, o qual fornece informações sobre as condições de estabilidade da comunidade bentônica. O índice de Shannon-Wiener avalia a abundância de espécies em uma amostragem, levando em consideração tanto a uniformidade quanto a riqueza dos táxons identificados na amostra. Quando a poluição aumenta, toda a comunidade bentônica fica exposta a intenso estresse que, conseqüentemente, irá ocasionar uma instabilidade neste ambiente. Os organismos mais sensíveis desaparecem, enquanto os mais tolerantes, por falta de competição alimentar e espaço, perpetuam-se rapidamente pelo sistema

aquático, fato que ocasiona déficit no índice de diversidade.

## RESULTADOS

Os valores de temperatura observados nos pontos amostrados não variaram significativamente, apresentando um intervalo de aproximadamente 1° C. No entanto, valores como oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total e matéria orgânica apresentaram variações evidentes ao longo dos cinco pontos de coleta, com oxigênio dissolvido diminuindo e os outros parâmetros sofrendo aumento à medida que o corpo d'água se aproxima da área urbana do Município (Figura 3).



**Figura 3** – Variação dos parâmetros físico-químicos nos cinco pontos de coleta do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

Foram coletados e identificados 1.039 indivíduos constituintes da macrofauna bentônica dos cinco pontos analisados do rio Ouricuri, pertencentes a 14 famílias (Tabela 3). Após a identificação dos organismos, os valores de BMWP foram determinados para cada táxon. Das 14 famílias de invertebrados identificados nos diferentes pontos do rio Ouricuri, 13 (92,8% do total) foram encontradas nos pontos P1 e P2, seguido por apenas cinco famílias (35,7% do total) encontradas nos pontos P3, P4 e P5. Estes valores indicam uma clara diminuição da diversidade de taxa à medida que o corpo d'água se aproxima das partes mais urbanizadas do centro da cidade. O mesmo pode ser observado para os valores de BMWP para os pontos amostrados (P1: 36, P2: 32, P3: 16, P4: 19 e P5: 13), onde se nota também uma diminuição evidente dos valores do índice ao longo do curso do rio.






É possível identificar uma maior quantidade de espécies tolerantes para os pontos P2, P3 e P4, sendo evidenciada a presença de organismos sensíveis à poluição e aos indicadores de níveis menores de poluição, apenas para o P1 (Tabela 3). Os resultados de BMWP classificam o corpo d'água no P1 como sendo de qualidade duvidosa; os pontos P2, P3 e P4, de qualidade crítica; e o P5, de qualidade muito crítica (Tabela 4). Os índices obtidos a partir do cálculo do ASPT variaram de 3,1 a 4,3 para os cinco pontos de coleta, caracterizando os mesmos como ambientes impactados e oscilando entre corpos de poluição moderada (P1 e P5) e severa (P2, P3 e P4) (Tabela 5). De forma semelhante ao observado para o índice BMWP, pode-se identificar o P1 como sendo o de qualidade ambiental menos antropizada.

**Tabela 3** – Dados da comunidade de macroinvertebrados bentônicos coletados no rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

Táxons	Valores de tolerância		Quantidade de indivíduos por ponto de coleta			
	BMWP	P1	P2	P3	P4	P5
Diptera						
Chironomidae	2	30	166	7	24	–
Ceratopogonidae	4	1	–	7	–	2
Dixidae	4	1	–	–	2	–
Culicidae	2	–	1	–	–	–
Physidae	3	–	1	–	–	–
Psychodidae	4	–	2	–	–	–
Trichoptera						
Philopotamidae	8	2	–	–	–	–
Annelida						
Oligochaeta	1	4	2	103	6	–
Hirudinea	3	–	–	27	4	–
Turbelaria						
Planariidae	5	4	4	–	–	–
Gastropoda						
Thiaridae	6	83	319	24	158	12
Ancylidae	6	1	1	–	–	–
Ampullariidae	3	–	28	–	–	1
Planorbidae	3	–	2	–	–	–
Riqueza taxonômica		8	10	5	5	3
Densidade total		126	536	168	194	15

Sinal convencional utilizado: – Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento.

**Tabela 4** – Resultado dos índices BMWP e ASPT avaliados para os cinco pontos amostrados do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

Pontos	Classe	Cor	BMWP	Qualidade	ASPT	Qualidade
P1	IV		36	Duvidosa	4,3	Provável poluição moderada
P2	V		32	Crítica	3,5	Provável poluição severa
P3	V		16	Crítica	3,2	Provável poluição severa
P4	V		19	Crítica	3,1	Provável poluição severa
P5	VI		13	Muito crítica	4,3	Provável poluição moderada

**Tabela 5** – Resultados da análise do índice de diversidade de Shannon-Wiener para os cinco pontos analisados do rio Ouricuri, Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil

	P1	P2	P3	P4	P5
Tamanho da amostra	126	526	168	194	15
Número de categorias	8	10	5	5	3
Shannon-Wiener (H')	0,4415	0,4168	0,4936	0,2868	0,2726
Máxima diversidade (H'max)	0,9031	1,0000	0,6990	0,6990	0,4771
Homogeneidade (H'/H'max)	0,4889	0,4168	0,7062	0,4103	0,5714
Heterogeneidade	0,5111	0,5832	0,2938	0,5897	0,4286

Os resultados do índice de Shannon-Wiener, levando em consideração a diversidade de animais, variaram de 0,27 a 0,49 para os pontos avaliados do rio Ouricuri, estando os pontos P1, P2 e P3 com os maiores valores de diversidade (Tabela 5). O índice de Shannon-Wiener baseia-se na avaliação da abundância proporcional das espécies identificadas na amostra, observando também aspectos como uniformidade (equitabilidade) e riqueza de espécies. A homogeneidade (E; equitabilidade de Pielou) apresenta-se como a razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima variando de 0 a 1, onde 1 representa uma condição de equiparidade entre a abundância das espécies identificadas para uma determinada amostragem. O P3 mostrou-se como sendo o de maior valor de equitabilidade entre os analisados.

## DISCUSSÃO

Apesar de estar distante da área urbana, o P1 apresentou valores de riqueza taxonômica semelhantes aos encontrados para P3 e P4, tidos como fortemente impactados e dentro da área urbana do Município. É possível que isso esteja associado a uma combinação de fatores externos e internos ao ambiente aquático, relacionados à diminuição da mata ciliar, seguida de erosão das margens e a pouca quantidade de matéria orgânica presente no substrato, o que acabaria por restringir o número de táxons. Um estudo realizado no lago Batata, Município de Oriximiná, identificou uma diminuição da diversidade de macroinvertebrados em um corpo d'água que apresentava elevada quantidade de sedimentos de constituição argilosa, oriundo do processo de extração de bauxita e que, por conseguinte, mudara o sedimento local, antes arenoso<sup>37</sup>. O aumento da turbidez à jusante do P2 pode estar relacionado com a diminuição dos valores de diversidade de táxons identificados nos pontos P3, P4 e P5.

Outro estudo avaliando a qualidade de água e do sedimento de fundo de um lago no Município de Castelo, Estado do Espírito Santo, define que valores de fósforo acima de 40 mg/dm<sup>3</sup> em substratos seriam considerados altos e poderiam estar relacionados a processos de eutrofização em corpos d'água<sup>38</sup>. Diante disso, a presença de uma quantidade considerável de macrófitas observada no P5 pode estar relacionada à elevada taxa de fósforo presente no substrato, o que direta ou indiretamente estaria auxiliando no processo de proliferação destes vegetais. O fósforo apresenta-se como o agente principal do processo de eutrofização

em ambientes aquáticos continentais e, em casos de ambientes aquáticos impactados, é comum se observar a redução ou mesmo o desaparecimento de algumas espécies especialistas e sua substituição por grupos generalistas mais tolerantes<sup>39</sup>.

É provável que o valor mais alto de diversidade de táxon presente no P2 esteja relacionado a condições menos antropizadas, o que se confirma pela identificação de níveis mais elevados de matéria orgânica e fósforo a partir do P3. Tais valores aumentados promovem um incremento da atividade metabólica por parte de organismos decompositores, com consequente diminuição dos níveis de oxigênio dissolvidos no ambiente e a redução dos táxons menos tolerantes. Isto pode ser identificado por meio da presença do grupo Oligochaeta, um bioindicador de ambiente antropizado, e observado em maior quantidade no P3.

O resultado dos índices biológicos para os pontos avaliados mostraram que as águas do rio Ouricuri são classificadas em duvidosas, críticas e muito críticas, poluídas de forma moderada à severa. Tais índices biológicos mostram-se bem abaixo dos observados em estudos realizados em corpos d'água continentais brasileiros<sup>24,30</sup>, onde foram comparadas uma área de reserva e outra urbanizada no Estado de Minas Gerais e identificada uma diversidade de invertebrados bentônicos com valores de BMWP que variavam de 103 a 186. A mudança na composição da fauna de macroinvertebrados aquáticos no rio Ouricuri demonstrou ser resultado direto de fatores como: modificações hidrológicas, alterações de composição de substrato, aporte de material orgânico e sedimentos e, especificamente com relação a estes dois últimos, é possível observar um claro aumento a partir do P2, com simultânea diminuição da concentração de oxigênio.

Os valores constatados para o índice de Shannon-Wiener referentes aos cinco pontos analisados foram iguais ou menores aos observados nos resultados de um estudo realizado em um córrego integrante da microbacia do rio Cambará no Município de Cruz Alta, Estado do Rio Grande do Sul<sup>40</sup>. Baseado em valores do índice biológico BMWP, tal corpo d'água apresenta-se caracterizado como sendo de qualidade duvidosa (H' = 0,46). Diante disso, sugere-se que todos os cinco pontos analisados enquadram-se como de baixa diversidade, sendo o P4 e o P5 os mais preocupantes em virtude dos menores índices apresentados.



Mediante a identificação dos táxons do presente estudo, foi observada a presença de famílias indicadoras de baixa qualidade d'água, como Chironomidae, Oligochaeta, Planorbidae e Planariidae, em pontos considerados como alterados e de impacto. Essas famílias de organismos bentônicos são apontadas como sendo de alta resistência às alterações antropogênicas, como lançamento de esgoto doméstico ou industrial e ausência de mata ciliar<sup>41</sup>. O grupo de dípteros pertencente à família Chironomidae foi o táxon mais frequente de toda a comunidade analisada e potencialmente responsável por grande parte da mudança quantitativa na comunidade da macrofauna, o que corrobora os resultados encontrados em outros estudos de impactos ocasionados por despejo de material orgânico associado à expansão urbana<sup>42,43,44,45</sup>. A família Chironomidae é adotada pela literatura como sendo os organismos mais presentes em ambientes aquáticos submetidos a perturbações antrópicas, com maior

frequência em áreas que sofrem alterações diretamente relacionadas à qualidade da água pela presença de poluentes orgânicos oriundos de despejos domésticos<sup>46,47</sup>.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados observados no presente estudo, conclui-se que os cinco pontos analisados de um trecho do rio Ouricuri apresentaram indícios de impacto ambiental causados por ações antrópicas. A presença de moradias em vários locais adjacentes ao rio atua como principal causadora dos problemas de contaminação deste corpo d'água.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, campus Bragança, pelo apoio estrutural por meio do Laboratório de Biologia Molecular e Ambiental, e à EMBRAPA.



## Application of the biological indices Biological Monitoring Working Party and Average Score per Taxon to assess the water quality of Ouricuri river in the Municipality of Capanema, Pará State, Brazil

### ABSTRACT

Environmental problems related to water quality in continental ecosystems have conducted studies aimed at the protection and conservation of these environments. The current study aimed to evaluate the water quality in five points of Ouricuri river, located inside and outside of the urban area of the Municipality of Capanema, Pará State, Brazil, using the biological indices of Biological Monitoring Working Party and Average Score per Taxon. The result of the biological indices identified a pattern of water quality that was presented as doubtful (P1), critical (P2, P3 and P4) and very critical (P5), polluted water in moderate and severe form. The values of taxonomic richness tend to decrease downstream from point P2, with increased levels of turbidity, organic matter and total phosphorus and these last two are measured at substrate level. In the five sampled points, 1,039 individuals were identified which belong to 14 families with the main groups identified as Chironomidae, Oligochaeta and Thiaridae. The change in macroinvertebrate community composition along the Ouricuri river appears as a result of the combination of human factors associated with it, such as: loss of riparian forest, margin erosion, substrate change, domestic wastewater flows and proliferation of macrophytes.

**Keywords:** Macroinvertebrates; Bioindicators; Potability; Conservation.

## Aplicación de los índices biológicos Biological Monitoring Working Party y Average Score per Taxon para evaluar la calidad del agua del río Ouricuri en el Municipio de Capanema, Estado de Pará, Brasil

### RESUMEN

Problemas ambientales relacionados a la calidad del agua en ecosistemas continentales ha motivado la realización de estudios para proteger y conservar estos ambientes. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en cinco puntos del río Ouricuri, localizados dentro y fuera de la zona urbana del Municipio de Capanema, Estado de Pará, Brasil, utilizando los índices biológicos *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) y *Average Score per Taxon* (ASPT). El resultado de la evaluación de los índices biológicos identificó un estándar de calidad de agua que se presentó como dudosa (P1), crítica (P2, P3 y P4) y muy crítica (P5), contaminadas de forma moderada y severa. Los valores de riqueza taxonómica tienden a disminuir de modo descendiente del punto P2, acompañados por el aumento de los niveles de turbidez, materia orgánica y fósforo total, estos dos últimos medidos a nivel de sustrato. Se identificaron 1.039 individuos pertenecientes a 14 familias en los cinco puntos muestreados, y los principales grupos fueron identificados como Chironomidae, Oligochaeta y Thiaridae. El cambio en la composición de la fauna de macroinvertebrados a lo largo del río Ouricuri se muestra como resultado de la combinación de factores antrópicos asociados al mismo, tales como: pérdida de bosques de galería, erosión de márgenes, cambio de sustrato, flujo de efluentes domésticos y proliferación de macrófitas.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados; Bioindicadores; Potabilidad; Conservación.





## REFERÊNCIAS

- 1 Callisto M, Moretti M, Goulart MDC. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Rev Bras Recur Hídric. 2001 jan-mar;6(1):71-82.
- 2 Moya N, Tomanova S, Oberdorff T. Initial development of a multi-metric index based on aquatic macroinvertebrates to assess streams condition in the Upper Isiboro-Sécure Basin, Bolivian Amazon. Hydrobiologia. 2007 Sep;589(1):107-116.
- 3 Smith RF, Lamp WO. Comparison of insect communities between adjacent headwater and main-stem streams in urban and rural watersheds. J North Am Benthol Soc. 2008 Mar;27(1):161-75.
- 4 Vandewalle MF, Bello MP, Berg T, Bolger S, Doledec F, Dubs CK, et al. Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. Biodivers Conserv. 2010 Sep;19(10):2921-47.
- 5 Meybeck M. Global analysis of river systems: from Earth system controls to Anthropocene syndromes. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2003 Dec;358(1440):1935-55.
- 6 Meybeck M, Helmer R. Introduction to water quality. In: Chapman D, editor. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. London: Chapman and Hall; 1992. p. 1-17.
- 7 Buss DF, Baptista DF, Nessimian JL. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Cad Saude Publica. 2003 mar-abr;19(2):465-73.
- 8 Piedras SRN, Bager A, Morais PRR, Isoldi LA, Ferreira OGL, Heemann C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. Cienc Rural. 2006 mar-abr;36(2):494-500.
- 9 Magalhães APFP. As comunidades de macro-invertebrados num sistema hidroelétrico do norte de Portugal [tese]. Porto (PT): Universidade de Porto, Faculdade de Ciências; 1989. 357 p.
- 10 Callisto M. Macroinvertebrados bentônicos. In: Bozelli RL, Esteves FA, Roland F, editores. Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Limnologia/UFRJ; 2000. p. 141-51.
- 11 Péres GR. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá: Fen Colômbia y Colciencia; 1988.
- 12 Tikkanen P, Huhta A, Muotka T. Determinants of substrate selection in lotic mayfly larvae: is cryptic coloration important? Arch Hydrobiol. 2000;148(1):45-57.
- 13 Ward JV. Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. Biol Conserv. 1998 Mar;83(3):269-78.
- 14 Li L, Zheng B, Liu L. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. Proc Environm Sci. 2010;2:1510-24.
- 15 Qadir A, Malik RN. Assessment of an index of biological integrity (IBI) to quantify the quality of two tributaries of river Chenab, Sialkot, Pakistan. Hydrobiologia. 2009 Mar;621(1):127-53.
- 16 Belmejo L, Martos HL. Utilização de *Xiphophorus helleri* como bioindicador de poluição hídrica de derivados de petróleo em condições tropicais. Rev Eletr Biol. 2008;1(2):1-17.
- 17 Dornfeld CB. Utilização de análise limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) [dissertação]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos; 2002.
- 18 Resh VH, Rosemberg DM. The ecology of aquatic insects. New York: Praeger Publishers; 1993.
- 19 Brandimart AL, Shimizu GY, Anaya M, Kuhlmann ML. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: Bicudo CE, Bicudo DC, organizadores. Amostragem em limnologia. São Carlos: Rima; 2004. p. 213-30.
- 20 Modde T, Drewes HG. Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates. Freshwater Biol. 1990 Apr;(23):171-80.
- 21 Sadin L, Johnson RK. The statistical power of selected indicator metrics using macroinvertebrates for assessing acidification and eutrophication of running waters. Hydrobiologia. 2000 Apr;422: 233-43.
- 22 Callisto M, Gonçalves Jr JF, Moreno P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Belo Horizonte: UFMG; 2004. p. 1-12.
- 23 Beavan L, Sadler J, Pinder C. The invertebrate fauna of a physically modified urban river. Hydrobiologia. 2001 Feb;445(1):97-108.
- 24 Cota L, Goulart M, Moreno P, Callisto M. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. Verh Internat Verein Limnol. 2002 Dec;28: 1-4.

- 25 Oliveira A, Callisto M. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment. *Iheringia Ser Zool.* 2010 Dec;100(4):291-300.
- 26 Carvalho B, Strieder MN, Maltchik L, Stenert C. Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question. *Braz J Biol.* 2010 Nov;70(4 Suppl):1207-15.
- 27 Lenat DR. Agriculture and stream water quality: a biological evaluation of erosion control practices. *Environm Management.* 1984 Jul;8(4):333-44.
- 28 Ducan WFA, Brusven MA, Bjornn TC. Energy-flow response models for evaluation of altered riparian vegetation in three southeast Alaskan streams. *Water Res.* 1989 Aug;23(8):965-74.
- 29 Callisto MFP, Esteves FA. Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado pelo rejeito de bauxita) e Lago Mussuri (Brasil). *Acta Limnol Bras.* 1996;8:137-47.
- 30 Junqueira VM, Campos SCM. Adaptation of BMWP method for water quality evaluation to rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnol Bras.* 1998;10(2):125-35.
- 31 Cleto-Filho SEN, Walker I. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. *Acta Amaz.* 2001 mar;31(1):69-89.
- 32 Uherek CB, Gouveia FBP. Biological monitoring using macroinvertebrates as bioindicators of water quality of Maroaga Stream in the Maroaga Cave System, Presidente Figueiredo, Amazon, Brazil. *Int J Ecol.* 2014;(ID:308149):1-7.
- 33 Mugnai R, Nessimian JL, Babtista DF. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books; 2010.
- 34 Baptista DF, Buss DF, Egler M, Giovanelli A, Silveira MP, Nessimian JL. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brasil. *Hydrobiologia.* 2007 Jan;575(1):83.
- 35 Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 1983;17(3):333-47.
- 36 Ayres M, Ayres Junior M, Ayres DL, Santos AA. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas.* Belém: MCT; IDSM; CNPq; 2007.
- 37 Esteves FA, Bozelli RL, Roland F. Lago Batata: um laboratório de limnologia tropical. *Cienc Hoje.* 1990;11(64):26-33.
- 38 Amaral AA, Pires SC, Ferrari JF. Qualidade da água e do sedimento de fundo de alguns córregos do município de Castelo, Estado do Espírito Santo. *Rev Agro@ambiente.* 2014 mai-ago;8(2):194-203.
- 39 Esteves FA. *Fundamentos de limnologia.* 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência; 2011.
- 40 Copatti CE, Schirmer FG, Machado JW. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia do sul do Brasil. *Rev Perspect.* 2010 mar;34(125):79-91.
- 41 Barbosa FAR, Sousa EMM, Vieira F, Renault GPCP, Rocha LA, Maia-Barbosa PM, et al. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. In: Paula JA, coordenador. *Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica.* Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar; 1997. p. 345-454.
- 42 Guerreschi RM. *Macroinvertebrados bentônicos em córregos da Estação Ecológica de Jatí, Luiz Antônio, SP: subsídios para monitoramento ambiental [tese].* São Paulo: Universidade de São Carlos; 2004. 82 p.
- 43 Lima JB. *Impacto das atividades antrópicas sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande – MT [tese].* São Paulo: Universidade de São Carlos; 2002. 146 p.
- 44 Egler M. *Utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da degradação ambiental de ecossistemas de rios em áreas agrícolas [dissertação].* Rio de Janeiro: Fiocruz; 2002. 147 p.
- 45 Fagundes RG, Shimizu GY. Avaliação da qualidade da água do rio Sorocaba - SP através da comunidade bentônica. *Rev Bras Ecol.* 1997;1(1):63-6.
- 46 Cairns J, Pratt JR. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg DM, Resh VH. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.* New York: Chapman & Hall; 1993. p. 10-27.
- 47 Reise K. Sediment mediated species interactions in coastal waters. *J Sea Res.* 2002 Oct;48(2):127-41.