



## BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA COMO FERRAMENTA DE IMPACTO AMBIENTAL DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017165-180

Andréia da Paz Schiller<sup>1</sup>  
Adriana Kunh<sup>2</sup>, Jéssica Manfrin<sup>3</sup>  
Michelli Caroline Ferronato<sup>11</sup>, Daniel Schwantes<sup>12</sup>  
Eduardo Ariel Völz Leismann<sup>13</sup>, Affonso Celso Gonçalves Jr<sup>21</sup>

### RESUMO

Esse estudo objetivou verificar impactos causados pelo uso do solo de uma bacia hidrográfica. Especificamente os objetivos foram: i) avaliar as métricas biológicas da qualidade da água; ii) avaliar os parâmetros físicos e químicos da água por meio da CONAMA 357/2005; iii) usar bioindicadores e parâmetros físicos e químicos da água como ferramentas de avaliação de impactos ambientais; iv) comparar e selecionar a melhor ferramenta para avaliação da qualidade da água. Para isso, foi utilizada a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, parâmetros físicos e químicos do Arroio Marreco, no município de Toledo - PR. Os macroinvertebrados bentônicos refletiram a poluição apresentada nos pontos de coleta, foi verificado que quanto mais próximo na nascente pior os resultados das métricas biológicas, esse comportamento foi atribuído às atividades antrópicas realizadas ao entorno dessa nascente. Foram encontrados organismos resistentes e intermediários a impactos ambientais, demonstrando por meio das métricas biológicas que houve uma melhoria gradativa na bacia, conforme os pontos amostrais se distanciam da zona urbana, porém o corpo hídrico se mantém impactado ao longo de todo o percurso, mesmo em ambiente rural, apresentando baixa diversidade de organismos. As avaliações físicas e químicas não captaram nenhum impacto negativo, enquadrando a bacia de acordo com os limites recomendados pela Conama 357/2005. Portanto, concluímos que o arroio se encontra degradado, apresentando uma melhora gradativa ao longo da bacia. As métricas biológicas se mostraram mais eficientes para avaliação da qualidade da água do que fatores físicos e químicos, desta forma, sendo indicadas para biomonitoramento de bacias.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento; degradação ambiental; macroinvertebrados bentônicos; qualidade da água de rios.

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental/PUCPR. Mestranda em Agronomia/UNIOESTE. E-mail: andreia.schiller@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmica de Engenharia Ambiental / PUCPR. E-mail: dri\_k57@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental/PUCPR. Mestranda em Agronomia/UNIOESTE. E-mail: jessicamanfrinn@hotmail.com

<sup>11</sup> Professora do Curso de Engenharia Ambiental / PUCPR. E-mail: michelli.ferronato@pucpr.br

<sup>12</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: daniel\_schwantes@hotmail.com

<sup>13</sup> Acadêmico do curso de Agronomia. UNIOESTE. E-mail: volz.eduardo@hotmail.com

<sup>21</sup> Professor do curso de Agronomia. UNIOESTE. E-mail: affonso133@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ghicana et al. (2015), os efeitos das atividades humanas sobre os corpos hídricos podem causar efeitos na distribuição dos macroinvertebrados bentônicos no leito dos rios. Entender essas dinâmicas e interações é importante para a compreensão da interferência das atividades antrópicas nesses corpos hídricos (WANG, ZHANG e YANG, 2016).

No que diz respeito às águas superficiais comumente ocorrem maiores contaminações quando as águas se encontram em zonas urbanas. Grandes são os impactos causados pelos diversos usos do solo no ambiente urbano, atividades podem vir a lançar efluentes líquidos ou gasosos, além de resíduos sólidos contaminando recursos naturais necessários a manutenção da vida. Levando-se em conta os recursos hídricos, esses impactos são ainda mais sentidos, uma vez que todas as atividades necessitam dele para que possam se desenvolver, como recurso primário ou como meio de lançamento dos efluentes gerados (SILVA, 2010).

Além disso os resíduos quando depositados de forma inadequada nas ruas, podem acompanhar o fluxo da água, e na ocorrência de precipitações pluviométricas elevadas, serem carregados com águas pluviais para rios a jusante, ocasionando a contaminação do corpo hídrico (SCHONS et al., 2014).

Tradicionalmente, a avaliação da qualidade da água é realizada por meio do diagnóstico de parâmetros físico-químicos, porém muitos autores concordam que a avaliação biológica deva ser incluída nos programas de monitoramento da qualidade da água. Existem certas vantagens do monitoramento biológico frente ao monitoramento tradicional (PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010).

Dentre os organismos que habitam o leito dos rios se encontram os macroinvertebrados bentônicos, esses organismos são bioindicadores dos diferentes impactos causados ao meio aquoso no qual estão inseridos. Por isso podem ser usados para entender como os gradientes ambientais agem sobre essas comunidades em diferentes escalas espaciais (JUN et al., 2016).

Portanto devido a importância de conhecermos o espaço geográfico onde vivemos (MORAES, 2009), este estudo objetivou avaliar a influência exercida de áreas urbanas e rurais sobre as condições da qualidade das águas do Arroio Marreco, por meio de parâmetros bióticos e abióticos. Os objetivos específicos da

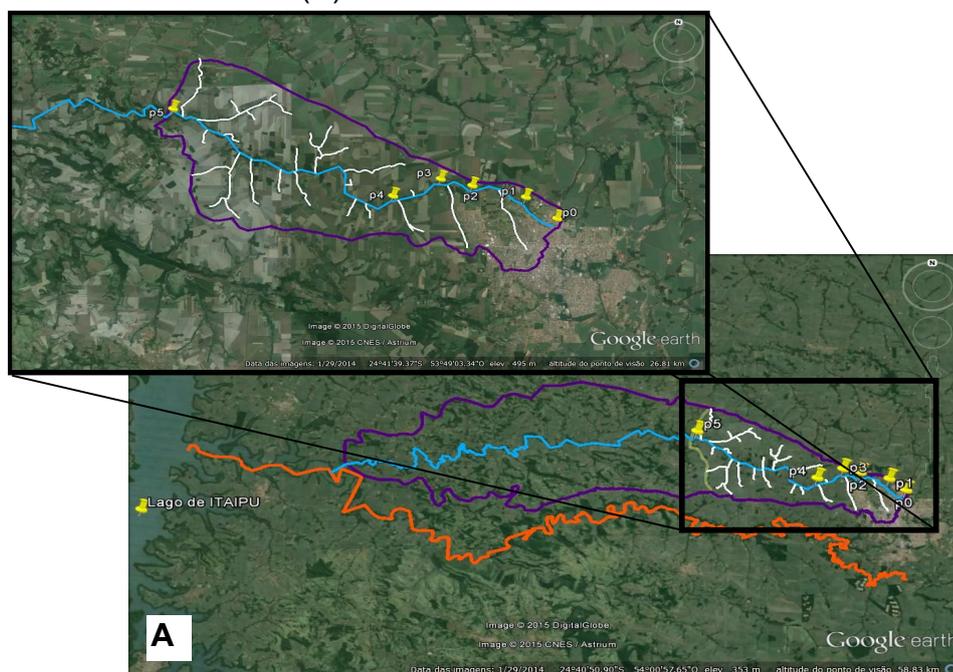
pesquisa foram i) analisar as métricas biológicas da qualidade da água; ii) analisar os parâmetros físicos e químicos da água por meio da CONAMA 357/2005; iii) usar bioindicadores e parâmetros físicos e químicos da água como ferramentas de avaliação de impactos ambientais; iv) comparar e selecionar a melhor ferramenta para avaliação da qualidade da água.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Com nascente urbana, o Arroio Marreco pertence à Bacia do Paraná 3, localizado entre Noroeste e Norte deste município, possui cerca de 3 Km de extensão em área urbana, ao passar na zona rural se estende por 60 km até confluir com o Rio São Francisco Verdadeiro, que deságua posteriormente no lago de Itaipu no município de Entre rios do Oeste (Figura 1).

Figura 1: Bacia do arroio marreco (A), área da bacia do arroio Marreco em estudo (B)



Fonte: Os autores, 2017.

O Arroio Marreco tem sua nascente situada no bairro Gisela (MORAIS, 2009), conflui com a Sanga Panambi ainda em área urbana e ao longo do percurso estudado conflui com 18 córregos. Para escolha dos pontos amostrais, inicialmente foi realizado o reconhecimento de área e a locação das coordenadas geográficas com auxílio de um GPS.

Posteriormente, por meio de um estudo de imagens de satélite, foi realizado um levantamento da área de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio, com classificação do uso do solo das áreas da mesma. Para isso, foi utilizado o software Google Earth Pró, a partir da ferramenta polígono, possibilitando dividir em porcentagem os valores obtidos de cada uso do solo.

## 2.2 PONTOS DE COLETA

A bacia hidrográfica do Arroio Marreco, pertencente ao município de Toledo PR, passa por dois cenários principais, áreas agrícolas e urbanizadas, objetos de estudo desta pesquisa. Foram escolhidos seis pontos para a coleta de amostras, distribuídos ao longo de 23 Km do Arroio, sendo três pontos na área urbana (P0, P1 e P2) e os outros três distribuídos em área rural (P3, P4 e P5) (Tabela 1 e Figura2).

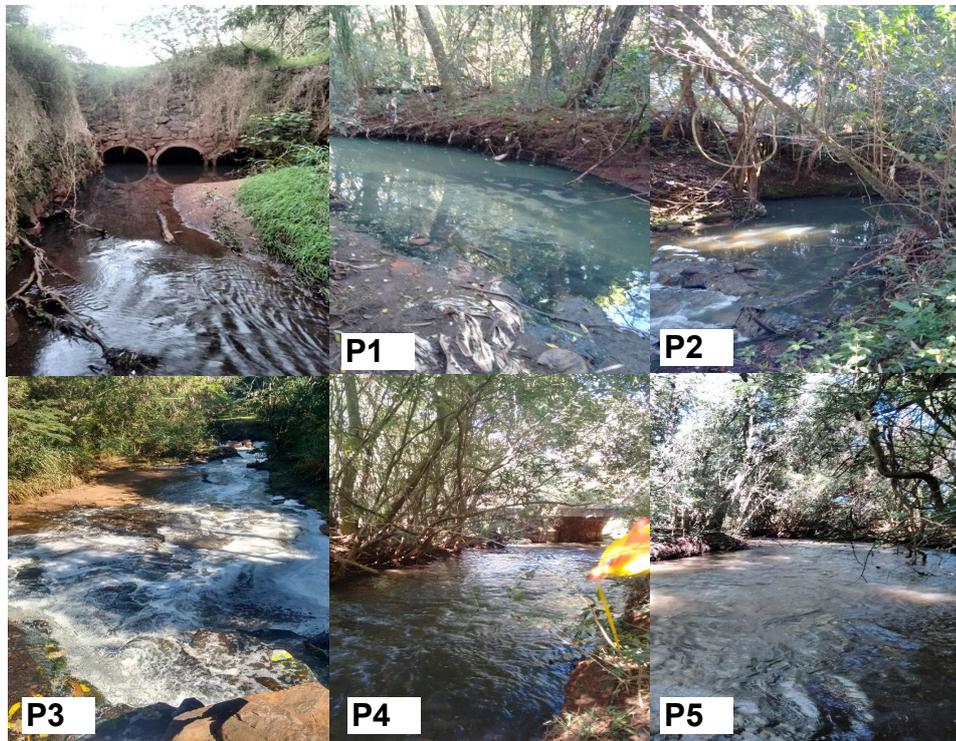
A área da bacia que faz drenagem para o trecho em estudo possui dimensão total de 9,235 hectares (ha), sendo 8,066 ha rurais e 1,169 ha de área urbanizada (Figura 2).

Tabela 1 - Distribuição dos pontos de coleta no sentido montante/jusante da bacia hidrográfica do Arroio Marreco, com respectiva classificação dos usos do solo e coordenadas geográficas.

| Ponto amostral | Uso do Solo | Coordenadas geográficas       |
|----------------|-------------|-------------------------------|
| P0             | Urbano      | 24°42'34.79"S - 53°44'05.94"O |
| P1             | Urbano      | 24°42'22.42"S - 53°44'29.66"O |
| P2             | Urbano      | 24°41'37.47"S - 53°46'3.27"O  |
| P3             | Rural       | 24°41'20.59"S - 53°46'34.43"O |
| P4             | Rural       | 24°42'0.99"S - 53°48'24.53"O  |
| P5             | Rural       | 24°39'24.89"S - 53°53'28.69"O |

Fonte: os autores, 2017

Figura 2: Distribuição dos pontos de coleta no sentido montante/jusante da bacia hidrográfica do Arroio Marreco.



Fonte: Os autores, 2017.

### 2.3 PARÂMETROS BIÓTICOS

A amostragem de macroinvertebrados bentônicos ocorreu com auxílio de um macacão emborrachado impermeável, luvas descartáveis e um coletor do tipo *Surber*, com área de 0,16 m<sup>2</sup> e malha coletora de 500 micrômetros. As amostras coletadas foram acondicionadas em pacotes de polietileno (50x70 cm), fixadas com álcool 70%, sendo devidamente etiquetadas e transportadas para laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná PUC-PR campus Toledo, onde foram acondicionadas em *freezer* a temperatura de 4 °C até a triagem e identificação.

No laboratório de Zoologia, as amostras foram processadas passando pela lavagem com auxílio de peneiras a fim de retirar sujidades mais grosseiras tais como galhos, pedras e folhas, diminuindo assim o volume total das amostras para posterior triagem dos bioindicadores em estereomicroscópio óptico.

Após o preparo inicial, as amostras passaram pelo método de flutuação de organismos em solução de cloreto de sódio. Foi utilizada a proporção de 1:4 (250g de cloreto de sódio para 1000 ml de água), em seguida com a amostra imersa na mistura de NaCl, os indivíduos menos densos foram coletados com auxílio de pinças e pipetas e os indivíduos mais densos, não flutuantes, passaram por triagem em estereomicroscópio óptico.

Para a análise dos dados biológicos foram avaliados padrões de riqueza, Índice de Diversidade de Shannon Wiener, abundância, equitabilidade e % Chironomidae. Seguindo a classificação de Cummins, Merrit e Andrade (2005), além disso, os macroinvertebrados foram arranjados em grupos tróficos para verificação da ocorrência percentual de cada grupo funcional.

## 2.5 PARÂMETROS ABIÓTICOS

As Análises físicas e químicas foram realizadas a campo durante a coleta das amostras bióticas. Para isso, foi utilizado um multiparâmetro da marca HANNA instruments, para determinação dos parâmetros de oxigênio dissolvido, pH, sólidos suspensos, condutividade, temperatura e turbidez (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros físicos e químicos analisados nas coletas do Arroio Marreco, com respectivas unidades e limites de tolerância sugeridos pela resolução CONAMA 357/2005.

| Variáveis                     | Unidade                           | Limite Conama 357/2005 |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Oxigênio Dissolvido – OD      | mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> | ≥ 5                    |
| Potencial Hidrogeniônico – pH | Unidades                          | 6,0 a 9,0              |
| Sólidos suspensos             | mg L <sup>-1</sup>                | *                      |
| Condutividade                 | µS/cm                             | *                      |
| Temperatura                   | °C                                | *                      |
| Turbidez                      | NTU                               | ≤ 100                  |

\* Valores não determinados pela Conama 357/2005

Fonte: CONAMA, 2005 e APHA, 2005.

No tratamento dos dados abióticos, foram aplicados métodos de análises como a superação dos limites máximos e mínimos estabelecidos pela legislação CONAMA 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), para classe de águas 2 (PARANÁ, 1991).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 PARÂMETROS BIÓTICOS

Nos pontos amostrais foram encontrados 6.799 indivíduos representados por 5 ordens distribuídas em 7 famílias e 20 organismos foram classificados apenas por classe, sendo todos da classe Hirudínea (Tabela 4).

Os pontos amostrais P0 e P1 apresentaram organismos apenas da família Chironomidae, fato que influenciou o nível de riqueza de ambos os pontos. A família Chironomidae é encontrada geralmente onde há grande concentração de matéria orgânica e pouco oxigênio dissolvido (MACHADO et al., 2015). Estes são organismos tolerantes a perturbações e impactos em corpos hídricos, (GOULART e CALISTO, 2003). Por isso, comumente são associados a atividades antropogênicas poluidoras como lançamento de efluentes domésticos (CORDEIRO et al., 2016).

Para esses pontos a diversidade Shannon\_H, que é um indicador sensível a presença de poluição (DEO et al., 2016), foi nula. Quanto menor for a diversidade Shannon, maior são os impactos causados ao ambiente aquático, confirmando por tanto que as condições de vida em P1 e P0 não são adequadas para organismos mais sensíveis, provavelmente pelo uso do solo da bacia nestes locais (urbanos).

Tabela 3 - Ocorrência de macroinvertebrados sentido montante jusante do Arroio Marreco.

| Classe    | Ordem      | Família        | P0 | P1 | P2    | P3  | P4  | P5 | Total |
|-----------|------------|----------------|----|----|-------|-----|-----|----|-------|
| Insecta   | Coleóptera | Elmidae        | 0  | 0  | 1     | 0   | 0   | 19 | 20    |
|           |            | Tenebrionidae  | 0  | 0  | 0     | 0   | 0   | 45 | 45    |
|           | Díptera    | Chironomidae   | 33 | 7  | 4.978 | 268 | 417 | 76 | 5.779 |
|           |            | Simuliidae     | 0  | 0  | 6     | 0   | 1   | 10 | 17    |
|           | Hemíptera  | Veliidae       | 0  | 0  | 0     | 0   | 0   | 7  | 7     |
|           | Odonata    | Aeshnidae      | 0  | 0  | 0     | 1   | 0   | 0  | 1     |
|           | Tricoptera | Hydropsychidae | 0  | 0  | 0     | 575 | 328 | 33 | 936   |
| Hirudínea |            |                | 0  | 0  | 15    | 4   | 1   | 0  | 20    |

Fonte: Os autores, 2017.

Embora P2 tenha apresentado uma abundância elevada de organismos frente a P0 e P1, a dominância também foi elevada para este ponto, Goulart e Callisto (2003), classificam os organismos encontrados em P2 como resistentes ou

tolerantes a impactos, apontando para o fato de o ambiente aquático se apresentar extremamente impactado assim como P1 e P2.

A família Chironomidae apresentou a maior dominância e abundância nos pontos amostrais, com exceção de P3. Em estudo semelhante Pratte-Santos et al. (2011), encontraram representantes desta família em maior quantidade para todos os cinco pontos de coleta que estudaram, explicando que essa poderia ser uma característica do próprio rio em estudo, tendo em vista principalmente que esta situação se manteve para todos os pontos.

Copatti et al. (2013), encontraram características que se assimilam as encontradas no presente estudo, os autores encontraram maior riqueza para os trechos do rio que não sofriam interferências urbanas, para esses autores os trechos que apresentaram uma menor riqueza, possuíam elevada predominância de Chironomidae, os autores explicam que a presença desses organismos facilita a identificação de distúrbios causados por atividade antrópica no ambiente aquático.

Os pontos amostrais demonstraram uma melhor diversidade Shannon\_H, equitabilidade e menor dominância de organismos no sentido de montante para jusante. O baixo índice de diversidade Shannon\_H, baixa equitabilidade e alto índice de dominância quando ocorrem juntamente, são atribuídos ao enriquecimento de nutrientes no ambiente aquático (JUN et al., 2016), diante desse fato pode-se observar que houve uma melhora gradativa das condições de vida desse rio conforme os pontos se distanciaram da área urbana, e concluir que de fato, as más condições nos primeiros pontos amostrais estão atribuídas a altas cargas orgânicas urbanas no curso hídrico.

As áreas urbanas neste estudo, influenciam na qualidade dos corpos hídricos e desestruturam a comunidade biológica disponível, pois estas áreas podem atuar sobre o corpo hídrico reduzindo os insumos energéticos, resultando assim menos alimento disponível para os macroinvertebrados bentônicos (MIB's) (GICHANA et al., 2015).

Diferentemente dos pontos a montante, P3 apresentou organismos da família Hydropsychidae, essa família que representou 68% dos indivíduos desse ponto é o grupo mais tolerante a poluição dentre aqueles que compõem a ordem Trichoptera (CORDEIRO et al., 2016). Embora a ordem Trichoptera seja considerada sensível, alguns autores, tais como Lalonde, Garron e Mercier (2016), excluem

Hydropsychidae dos organismos considerados sensíveis, os atribuindo a organismos resistentes em seus estudos.

A predominância de Trichoptera em P3 pode estar associada as confluências de córregos de primeira ordem com o arroio Marreco, que tendem a diluir às águas anteriores que estavam em piores condições, elevando a qualidade de vida nesse ambiente. Essas confluências podem ser as causas das elevações dos teores de oxigênio dissolvido. Goulart e Callisto (2003), dizem que organismos da ordem Trichoptera sobrevivem apenas em locais bem oxigenados.

P4 e P5 foram visivelmente os pontos com os melhores padrões de métricas biológicas. A abundância de organismos tolerantes diminui conforme ocorre a redução de influências antropogênicas nos corpos hídricos, dando espaço a indivíduos mais sensíveis, que por sua vez aumentam sua população conforme menores impactos são causados ao curso hídrico, cedendo espaço a organismos com maior plasticidade alimentar e de habitat (LALONDE, GARRON e MERCIER, 2016).

Desta forma, embora P3, P4 e P5 estejam localizados em áreas rurais, as atividades humanas registradas a montante, podem ter contribuído para a composição e estrutura da comunidade de macroinvertebrados, levando este efeito negativo até o exutório da bacia hidrográfica.

### **3.3 PARÂMETROS ABIÓTICOS**

Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados, o pH apresentou médias próximas para P0, P1, P2 e P3, com valores muito próximos da neutralidade (7,0), no entanto P4 apresentou um valor ligeiramente ácido (6,57), enquanto P5 apresentou pH em desconformidade com o estabelecido pela legislação vigente, que preconiza que o pH deve apresentar valores entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2005), demonstrando um valor 0,2 unidades abaixo do permitido (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores das métricas biológicas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos pontos amostrais estudados no Arroio Marreco em Toledo, Paraná

| Métricas biológicas | Ponto de coleta |        |       |       |       |       |
|---------------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                     | P0              | P1     | P2    | P3    | P4    | P5    |
| Riqueza             | 1               | 1      | 4     | 4     | 4     | 6     |
| Abundância          | 33              | 7      | 5000  | 848   | 747   | 190   |
| Dominância          | 1,00            | 1,00   | 0,99  | 0,56  | 0,50  | 0,26  |
| Shannon_H           | 0,00            | 0,00   | 0,03  | 0,66  | 0,70  | 1,52  |
| Equitabilidade      | 0,00            | 0,00   | 0,02  | 0,48  | 0,51  | 0,85  |
| %Chironomidae       | 100,00          | 100,00 | 90,60 | 31,60 | 55,60 | 40,00 |

Fonte: Os autores, 2017.

Grandes variações de pH, prejudicam o equilíbrio do recurso hídrico, isso se deve principalmente ao fato de a maioria das bactérias degradadoras da matéria orgânica no meio aquático, se desenvolver melhor com valores de pH próximo a neutralidade - entre 6,5 e 7,5 (DANELUZ e TESSARO, 2015), prejudicando, portanto, o processo de reciclagem de nutrientes e possibilitando a eutrofização de corpos hídricos.

Também foi encontrada variação de temperatura entre os pontos de coleta, sendo P1 (21,96 °C), para p5 (19,62 °C), a diferença de 2,34 °C pode estar ligada a grande quantidade de afluentes que deságuam no arroio entre um ponto e outro. Além disso, valores semelhantes entre pontos amostrais foram também encontrados por Alves et al. (2012), o autor explica que esse tipo de variação pode estar relacionado a cobertura vegetal existente em cada local, lugares com densa e ampla cobertura vegetal podem manter a temperatura da água menos susceptível a variações de temperatura e propiciar a autodepuração do corpo hídrico (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores dos parâmetros abióticos do arroio Marreco distribuídos ao longo do recurso hídrico.

| Ponto | Temp.[°C] | pH   | STD[mg/L] | Turb.UNT | D.O.[mg/L] | Condutividade |
|-------|-----------|------|-----------|----------|------------|---------------|
| P0    | 21,09     | 6,99 | 61,00     | 21,00    | 7,20       | 71,20         |
| P1    | 21,96     | 6,91 | 178,00    | 19,40    | 8,50       | 12,00         |
| P2    | 20,07     | 7,00 | 94,00     | 10,80    | 8,70       | 33,40         |
| P3    | 20,18     | 7,19 | 95,00     | 12,00    | 10,30      | 101,30        |
| P4    | 20,30     | 6,57 | 72,00     | 23,20    | 10,40      | 121,30        |
| P5    | 19,62     | 5,98 | 80,00     | 100,00   | 10,60      | 145,50        |

\*Tem:Tempeatura; STD: Total de Sólidos Dissolvidos; Turb.: Turbidez; D.O.: Oxigênio Dissolvido.

Fonte: Os autores, 2017.

No que diz respeito ao impacto causado pela temperatura nos organismos presentes na água, se pode afirmar que os sistemas com um elevado grau de variação de parâmetros físicos (como a temperatura), podem alterar a diversidade de espécies, ou tornar a mesma de alta complexidade em função de espécies que atuam para manter a estabilidade do corpo hídrico (VANNOTE et al., 1980).

Nenhum dos pontos amostrados demonstraram valores de Turbidez acima do permitido (100 UNT) (BRASIL, 2005), apresentando valores entre 12 e 23 UNT para os primeiros 5 pontos, para P5, no entanto foi encontrado o valor máximo permitido (100 UNT), atribui-se esse valor ao fato de esse ponto estar localizado em área estritamente rural, e ao fato de o ponto ser distante a zona urbana, podendo ocorrer carreamento de partículas no corpo hídrico e sua conseqüente diluição na água, tornando a mesma mais turva e conseqüentemente elevando os valores de turbidez, além de possíveis áreas erodidas, que podem estar sendo drenadas para o interior da bacia.

Segundo Zanette et al. (2007), em Toledo, PR, há predominância de latossolos com textura argilosa. Solos argilosos podem causar altos valores de turbidez em águas superficiais (BARBOSA, 2015), pois se diluem facilmente no meio líquido (BERNÁL, 2013), desta forma, a drenagem de partículas orgânicas e inorgânicas da zona agrícola da bacia podem influenciar este parâmetro.

Os valores de STD encontrados foram menores do que o permitido pela Conama 357 que é de 500 mg L<sup>-1</sup> (BRASIL,2005), resultados semelhantes foram encontrados por Bertoldo et al. (2014) na mesma ecoregião da bacia do Arroio Marreco. Os referidos autores demonstraram independência em relação a precipitação ocorrida no período com a concentração de STD, embora Christofolletti, Conceição e Spatti, (2015), expliquem que a concentração de sólidos totais dissolvidos diminua nos meses mais chuvosos, fato associado segundo o autor, ao efeito da diluição de água de chuva.

Foram encontrados para este estudo valores de condutividade entre zero e 145,5, a Conama 357 (BRASIL, 2005), não prevê valores máximos e mínimos para esse parâmetro. No entanto, a condutividade elétrica da água é uma medida da capacidade desta em conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso. Esse parâmetro não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (ZUIN, IORIATTI e MATHEUS, 2009).

Zuin, Ioriati e Matheus (2009), atribuíram em seus estudos, os altos valores da condutividade encontrados em águas naturais, à grande emissão de esgoto doméstico nesses locais, o autor explica que estes efluentes são compostos basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, detergentes entre outros, podendo aumentar a quantidade de íons na água. Porém, é fato que os maiores valores de condutividade neste estudo foram encontrados não em área urbana, mas sim em área rural. Assim como para o incremento de temperatura essa diferença pode ter ocorrido devido a grande quantidade de afluentes que desaguam no Arroio nessas áreas rurais, tendo um efeito da área de drenagem da bacia.

Para o oxigênio dissolvido, a Conama 357 recomenda no mínimo 6 mg L<sup>-1</sup> de OD para águas de classe II (BRASIL, 2005), todos os valores encontrados ficaram acima do recomendado, resultado semelhante ao encontrado por Schons et al. (2014), os autores explicam que essa é uma condição de vida essencial para a manutenção da vida aquática existente nesses ambientes.

Pinto (2009), em seus estudos, encontrou valores considerados dentro da normalidade, assim como valores inferiores ao recomendado no seu estudo. O autor reforça que OD é utilizado como indicador da presença de material orgânico, e que além disso, o parâmetro afeta a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, sendo relacionado à redução do grupo de organismos sensíveis e a proliferação e predominância do grupo de organismos tolerantes, tornando o parâmetro, portanto, um fator limitante para a vida aquática.

#### **4 CONCLUSÃO**

Levando em consideração o grau de antropização exercido nas áreas urbanas e rurais do Arroio Marreco, é possível concluir por meio dos resultados bióticos e abióticos que as ações antrópicas influenciam sobre qualidade da água do arroio.

Porém, verificou-se que ao longo do leito principal do rio, que a bacia agrega à jusante, diversos afluentes que permitem a autodepuração da qualidade desta água, e da mesma forma, efeitos provenientes do uso do solo agrícola da bacia, influenciando especialmente sobre os parâmetros físicos e químicos da água.

As métricas biológicas realizadas por meio da comunidade de macroinvertebrados, mostram-se eficientes para avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica, sendo possível observar que nas áreas urbanas, as métricas biológicas apresentaram os piores valores, indicando maiores efeitos negativos sobre a fauna local.

Em relação aos parâmetros físicos e químicos concluímos que os resultados sugerem o efeito de impacto ambiental cumulativo na jusante da bacia, e ainda que possivelmente a zona agrícola, contribui com cargas orgânicas e inorgânicas drenadas para a bacia, alterando negativamente a condutividade e positivamente o oxigênio dissolvido, o que pode ter relação com a maior vazão e velocidade de fluxo, sendo esse, considerado um padrão natural.

Desta forma, destacamos a importância do uso de bioindicadores para enquadramento de corpos hídricos quanto à sua qualidade, pois apenas os parâmetros físicos e químicos não seriam suficientes para avaliação dos impactos ambientais presentes no ambiente, sendo os bioindicadores os indicadores os mais eficientes para este estudo.

## **BIOINDICATORS OF WATER QUALITY AS AN ENVIRONMENTAL IMPACT TOOL OF A HYDROGRAPHIC BASIN**

### **ABSTRACT**

This study aimed verifies impacts caused by the use of the soil of a river basin. Specifically the objectives were i) evaluate the biological metrics of water quality ii) evaluate the physical and chemical parameters of water through CONAMA 357/2005 iii) use biological indicators and physical and chemical parameters of water as the assessment tools of environmental impacts iv) compare and select the best tool for evaluate the water quality. For this, was utilized the community of benthic macroinvertebrates and physical and chemical parameters of Arroio Marreco, in the municipality of Toledo - PR, was used. The benthic macroinvertebrates reflected the pollution presented at the collection points, it was verified that as close to the nascent, worst the results of biological metrics, this behavior was attributed to the anthropic activities carried out around this source. Resistant and intermediate organisms were found to have environmental impacts, demonstrating through biological metrics that there was a gradual improvement in the river basin, as the sampling points distanced themselves from the urban zone, but the water body remains impacted throughout the course, even in rural environment, presenting low diversity of organisms. The physical and chemical evaluations not captured any

negative impact, framing the river basin in accordance with the limits recommended by CONAMA 357/2005. Therefore, we conclude that the stream is degraded, presenting a gradual improvement along the river basin. Biological metrics proved to be more efficient for assessing water quality than physical and chemical factors, thus, being indicated for biomonitoring of watersheds.

**KEY-WORDS:** Biomonitoring, ambiental degradation, benthic macroinvertebrates, river water quality.

## REFERENCIAS

ALVES, I. C. C; EL-ROBRINI, M; SANTOS, M. L. S; MONTEIRO, S. M; BARBOSA, L. P. F; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazônica**. v.42, n.1, p.115-124, 2012.

APHA. 2005. **Standard Methods for the examination of water and wastewaters**, 21 th edition, American Public Health Association, Washington.

BARBOSA, L. P. J. L. **Avaliação da toxicidade de cianobactérias na água e da presença de microcistinas nos tecidos de peixes de viveiros em Macapá**. Tese. Mest. 2015.

BERTOLDO, D. C; SCHONS, D. C; SANTOS, C. R; VEIGA, T. G; SZYMANSKY, N. Análises físico-químicas das águas do rio do ouro, em Ouro Verde do Oeste – Paraná. **Iniciação Científica CESUMAR**. v.16, n.2, p. 147-154, jul/dez, 2014.

BERNÁL, F. H. **Determinação de parâmetros para avaliação para estabilidade de Taludes marginais em beira de rio**. Tese Dout. Eng. Florestal. Santa Maria, RS. 2013.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (Conama). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, n. 053, p. 58-63, 18 de março de 2005.

CHRISTOFOLETTI, S. R; CONCEIÇÃO, F. T; SPATTI Jr, E. P. Relações hidroquímicas aplicadas a avaliação da qualidade da água na bacia do córrego Ibitinga, Rio Claro (SP). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v.34, n.2, p.224-237, 2015.

CORDEIRO, G. G; GUEDES, N. M; KISAKA, T. B; NARDOTO, G. B. Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. Taubaté. **Rev. Ambient. Água**, v.11, n.3, p.702-710, 2016.

- COPATTI, C. E; ROSS, M. R; COPATTI, B. R; SEIBEL, L. F. Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro river, Jacuí Basin. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.35, n.4, p.521-529, Oct\Dec, 2013.
- CUMMINS, K. W; MERRIT, R. W; ANDRADE, C. N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.40, p.71-90, 2005.
- DANELUZ, D; TESSARO, D. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.82, p.1-5, 2015.
- DEO, G. R; BANOO, S; TEHMEENA, M; SUNITI, D; ANKIT, K; VIPIN, V. Diversity of benthic macro-invertebrates in four tributaries of River Narmada in the central zone, India. **Int. Journal of Life Sciences**, v.4, n.1, p.107-115, 2016.
- GICHANA, Z; NJIRU, M; RABURU, P. O; MASESE, F. O. Effects of human activities on benthic macroinvertebrate community composition and water quality in the upper catchment of the Mara River Basin, Kenya. **Lakes and Reservoirs: Research and Management**. v.20, n.2, p.128-137, 2015.
- GOULART, M; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v.2, n.1, p.153-164, 2003.
- JUN, Y. C; KIM, N. Y; KIM, S. H; PARK, Y. S; KONG, D. S; HWANG, S. J. Spatial Distribution of Benthic Macroinvertebrate Assemblages in Relation to Environmental Variables in Korean Nationwide Streams. **Water**, v.8, n.27, p.1-20, 2016.
- LALONDE, A; GARRON, C; MERCIER, V. Analysis of benthic invertebrate communities downstream of land-based aquaculture facilities in Nova Scotia, Canada Benoit. **Cogent Environmental Science**. v.2, p.1-11, 2016.
- MACHADO, N. G; NASSARDEN, D. C. S; SANTOS, F; BOAVENTURA, I. C. G; PERRIER, G; SOUZA, F. S. C; MARTINS, E. L; BIURDES, M. S. Chironomus larvae (Chironomidae: Diptera) as water quality indicators along an environmental gradient in a neotropical urban stream. **Revista Ambiente Água**, v.10 n.2, p.298-309, 2015.
- MORAIS, C. D. **O professor pde e os desafios da escola pública paranaense 2009. A produção social do espaço urbano: Estudo do bairro jardim Coopagro em Toledo/Paraná**. Produção Didático-Pedagógica, 2009.
- PINTO, A. L; OLIVEIRA, G. H; PEREIRA, G. A; Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego bom jardim, BRASILÂNDIA/MS. **GEOMAE**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.69-82, 2010.

PINTO, R. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição em rios urbanos. Um estudo do Rio Grande. JPA – RJ. Monografia, 2009.**

PARANÁ, Portaria SUREHMA – Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente N. 003/91 de 21 de Março de 1991. Portarias de enquadramento dos cursos d'água do Estado do Paraná. 1991.

PRATTE-SANTOS, R; TERRA V. R; AZEVEDO JR 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. **Natureza online**, v.9, n.2, p.62-66, 2011.

SCHONS, D. C; SCHWANTES, D; ALEIXO, V; SZYMANSKY, N; FERRONATO, M. C; GONÇALVES JR, A. C; PERTILE, V. E; MORAES, L. B. M. Monitoramento da qualidade das águas do rio do Ouro, em Ouro Verde do Oeste- PR. Análises Toxicológicas. **Revista Agrogeoambiental**, ed. esp. n.2, p.11-18, 2014.

SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão mestre D'Armas- DF. Dissertação. 2010.**

VANNOTE R. L; MINSHALL, G. W; CUMMINS K. W; SEDELL, J. R; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.37, n.1, p.130-137, 1980.

ZANETTE, S. V; SAMPAIO, S. C; SILVESTRE, M. G; BOAS, M. A. V; URIBE-OPAZO, M. A; QUEIROZ, M. M. F. 2007. Análise espacial da umidade do solo cultivado com soja sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.11, n.3, p.239-247, Jun, 2007.

WANG, G; ZHANG, J; YANG, Q. Attribution of Runoff Change for the Xinshui River Catchment on the Loess Plateau of China in a Changing Environment. **Water**, v.8, n.267, p.1-14, 2016.

ZUIN, V. G; IORIATTI, M. C. S; MATHEUS, C. E. 2009. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. **Química nova na escola**, v.31, n.1, p.3-8, fev. 2009.