

Eixo Temático ET 06-001 - Poluição Ambiental

BIOENSAIOS DE TOXICIDADE E ORGANISMOS BIOINDICADORES COMO INSTRUMENTO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE SISTEMAS AQUÁTICOS

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque¹, Maria Célia Cavalcanti de Paula e Silva¹,
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo¹, Valderi Duarte Leite², Wilton Silva Lopes²

¹Bióloga, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - UEPB.

²Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Ambiental - UEPB.

RESUMO

Os ensaios de toxicidade constituem uma forma de biomonitoração dos corpos aquáticos, pois utilizam-se organismos-teste, definidos como indivíduos padronizados e cultivados em laboratório, que podem fornecer informações sobre as condições de um ecossistema frente à presença de impacto ambiental. Sua utilização baseia-se na exposição dos organismos-teste a várias concentrações de uma ou mais substâncias, ou fatores ambientais, durante um determinado período de tempo, na busca de generalizações sobre o grau de toxicidade em vários tipos de corpos hídricos para determinação da influência direta de elementos vindos das atividades antrópicas e/ou naturais. Neste sentido, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre bioensaios de toxicidade e organismos bioindicadores como instrumento de caracterização ambiental de sistemas aquáticos. O monitoramento dos recursos hídricos constitui num poderoso instrumento que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente. As bacias hidrográficas têm grande importância ecológica, sendo utilizada para diversos fins, como: abastecimento humano, irrigação agrícola, pecuária, turismo ecológico e para pequenas indústrias. Uma avaliação criteriosa da qualidade das águas dessas bacias é uma necessidade fundamental para conhecer o nível de comprometimento do recurso hídrico. Analisar quais são as variáveis responsáveis por esse comprometimento e qual a relação qualitativa e quantitativa entre estas ações e os usos da terra e da água na bacia são princípios básicos do gerenciamento ambiental.

Palavras-chave: Ecotoxicidade; Indicadores biológicos; Bacias hidrográficas.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos constituem os principais receptores de contaminantes lançados diretamente por meio de descargas de efluentes, emitidos no ar ou depositados nos solos, podendo eventualmente atingir o meio aquático na sua forma original ou como produto de transformação, resultando em prejuízos tanto sanitários como econômico ou até mesmo estético para qualquer forma de vida resguardada neste ambiente.

Os parâmetros físicos e químicos são frequentemente utilizados como indicadores de qualidade de água, porém, a Resolução nº 430, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2011), cita o emprego de uso de testes de toxicidade, regulamentando o uso de bioindicadores em no mínimo dois níveis tróficos, como medida para minimizar os impactos do lançamento de efluentes lançados ao meio ambiente, além de classificá-los.

Os ensaios de toxicidade constituem uma forma de biomonitoração dos corpos aquáticos, pois se utilizaram organismos-teste, definidos como indivíduos padronizados e cultivados em laboratório, que podem fornecer informações sobre as condições de um ecossistema frente à presença de impacto ambiental. Sua utilização baseia-se na exposição dos organismos-teste a várias concentrações de uma ou mais substâncias, ou fatores ambientais,

durante um determinado período de tempo, na busca de generalizações sobre o grau de toxicidade em vários tipos de corpos hídricos para determinação da influência direta de elementos vindos das atividades antrópicas e/ou naturais (ZAGATTO, 2008).

Atualmente, diversos ensaios de toxicidade estão bem estabelecidos, constituindo em sua maioria padronizados nacional e internacionalmente por associações ou organizações de normalização, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), American Society for Testing and Materials (ASTM), American Water Work Association (AWWA), International Organization for Standardization (ISO) e Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) (ARAÚJO; ARAGÃO, 2014). Os testes de toxicidade aguda são experimentos de curta duração que geram respostas rápidas na estimativa dos efeitos tóxicos letais de produtos químicos sobre organismos aquáticos. Estes testes disponibilizam informações básicas para outros estudos mais criteriosos como os testes de toxicidade crônica e avaliação de risco ecotoxicológico (LOMBARDI, 2017). Entretanto, o efeito crônico é aquele no qual o organismo é exposto por um longo período e continuamente aos produtos tóxicos, tempo que pode variar de metade a dois terços do ciclo de vida. Avalia-se os efeitos subletais causados nos organismos, ou seja, concentrações que permitem a sobrevivência dos mesmos, mas que afetam uma ou várias de suas funções biológicas, como, por exemplo, reprodução, crescimento e maturação (GHERARDI-GOLDSTEIN, 2016).

A ecotoxicologia tem como principais objetivos identificar os riscos associados a uma determinada substância e determinar em quais condições de exposição (tempo e concentração) esses riscos são induzidos (GUERRA et al., 2010). As análises físico-químicas utilizadas como meio singular de monitorização da qualidade das águas por si só não são suficientes para a determinação do efeito de uma substância ao meio ambiente e à saúde humana, bem como estabelecer a persistência no ambiente e a interação da mesma com outras substâncias no ecossistema aquático (KNEI et al., 2015).

OBJETIVO

A ecotoxicologia surge com o objetivo gerir o risco de exposição dos organismos a substâncias nocivas presentes no meio ambiente e estabelecer medidas de segurança à saúde humana. Neste sentido, foi realizado uma revisão bibliográfica sobre bioensaios de toxicidade e organismos bioindicadores como instrumento de caracterização ambiental de sistemas aquáticos.

METODOLOGIA

Utilizou-se como metodologia, a revisão de literatura de cunho qualitativo descritivo, que possibilitou um aprofundamento sobre o tema proposto. Pautando-se em publicações contidas em livros, jornais e revistas nacionais e internacionais, direcionados a área científica e acadêmica, sendo realizada uma busca bibliográfica por meio das bases de dados: Web of Science, Scopus e na biblioteca eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO). As palavras chaves utilizadas para esta busca, foram: “Ecotoxicidade”, “Indicadores biológicos” e “Bacias Hidrográficas”, publicadas no período de 2000 a 2019.

Após identificados os documentos, estes foram analisados e os que atenderam aos objetivos do estudo, e estiveram sido publicados nos últimos 20 anos, foram utilizados. A coleta das referências que foram aplicadas neste trabalho de Revisão da Literatura, aconteceu no decorrer dos meses de setembro a outubro de 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se a necessidade crescente de monitoramento e avaliação dos sistemas hídricos, Silveira et al. (2014) objetivou caracterizar através da abordagem ecotoxicológica e de bioindicadores, a qualidade da água e do sedimento do rio Itajaí-Mirim nos trechos dos

municípios de Brusque a Vidal Ramos. Para isso, realizaram-se bioensaios com água e sedimento, utilizando-se os organismos planctônicos *Pseudokirchneriella subcaptata* e *Daphnia magna*, e organismos bentônicos como bioindicadores, além das avaliações de análises físico-químicas da água, durante o período de junho de 2004 a dezembro de 2005, em 10 estações amostrais ao longo do rio. Os resultados indicaram alterações na qualidade das águas e do sedimento do rio Itajaí-Mirim, principalmente nos trechos Alto Vidal e Brusque, devido ao uso e ocupação do solo, sem ações de manejo e controle, comprometendo a qualidade da água utilizada para o consumo doméstico nos municípios de Itajaí e Brusque.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Água Boa (Dourados-MS) sofre grande influência antrópica, tais como urbana e industrial. Levando-se em consideração sua importância para manutenção da fauna, flora, indústria e população local, o estudo realizado por (COSTA et al., 2015) teve como objetivo avaliar a toxicidade de suas águas nos períodos seco e chuvoso de 2013, da nascente até próximo à sua foz, por meio de testes de toxicidade aguda com *Daphnia similis* e *Danio rerio*, além de análises físicas, químicas e de concentrações de metais pesados. Os resultados mostraram a variabilidade espacial e temporal dos parâmetros analisados. Além disso, constatou-se efeito tóxico no ponto 02 para *Danio rerio* em ambos os períodos. As análises comprovaram a crítica situação de degradação do ambiente aquático estudado, e alertam para os cuidados que deverão ser tomados. Sugeriu-se maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais, bem como conscientização da população quanto à emissão de efluentes e resíduos no corpo hídrico, a fim de evitar sua degradação.

Teles (2018), avaliou a qualidade ambiental de uma nascente de água no perímetro urbano do Município de Francisco Beltrão-PR, a partir da caracterização físico-química, microbiológica e ensaios de toxicidade da água, além de classificá-la quanto ao seu grau de preservação por meio da análise macroscópica. Foram analisados: pH, temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Para verificação da toxicidade aguda foi utilizado o microcrustáceo *Artemia salina* L. como organismo bioindicador e a análise estatística realizou-se pelo Teste de Tukey com nível de 5% de significância. Analisando os resultados obtidos a partir da análise macroscópica a nascente se mostra em estado péssimo de preservação enquadrando-se na classe E. As análises físico-químicas apresentaram carga de DQO e DBO elevadas e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. A partir das análises microbiológicas foi possível identificar a contaminação da nascente por coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*. Nos ensaios de toxicidade aguda com *Artemia salina* L. a água em questão apresentou-se tóxica com características distantes das necessárias à sua sobrevivência. Contudo, pode-se relacionar tal estado de degradação a ações antrópicas como a urbanização não planejada, sem devida coleta e tratamento de esgoto doméstico, impermeabilização do solo e obras de infraestrutura potencializando a degradação do meio ambiente.

Objetivando avaliar a qualidade e a ecotoxicidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP, Ribeiro et al. (2018) utilizaram seis pontos de monitoramento devidamente georreferenciados. Os parâmetros de qualidade de água avaliados na bacia hidrográfica foram: sólidos totais, temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, pH, *Escherichia coli* e ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*. Os parâmetros físicos, químicos, microbiológico e ecotoxicológico foram avaliados separadamente e posteriormente o índice de qualidade da água (IQA) foi determinado a fim de se verificar qual a melhor forma de avaliação da qualidade dos recursos hídricos. O índice de qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados variou de ótima a boa, indicando que o uso e ocupação do solo no entorno da Bacia não tem prejudicado a qualidade de água de forma geral. Entretanto, a análise individualizada dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos permitiu verificar que o fósforo total, oxigênio dissolvido e *Escherichia coli* excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, evidenciando que as ações antrópicas estão influenciando a qualidade dos recursos hídricos. Essas alterações podem estar relacionadas com o regime pluviométrico,

lançamento de esgotos domésticos e a dissolução de compostos no solo como os fertilizantes, agrotóxicos e excremento de animais. A água da Bacia não apresenta toxicidade aguda para *C. dubia*, ou seja, não estão ocorrendo efeitos de transformações das substâncias químicas sobre esses organismos que vivem nos ecossistemas aquáticos. Os ensaios ecotoxicológicos servem como complemento para as análises físicas, químicas e microbiológicas, pois proporcionam abordagens integradas dos efeitos de poluentes, levando em consideração a resposta da comunidade biológica, servindo como um instrumento de controle de poluição.

Através de análises físico-químicas, biológicas e ensaios toxicológicos a qualidade hídrica do Rio Marreco (ZILLES et al., 2019) observaram amostras de água coletadas em três pontos diferentes com potenciais de poluição da água do referente reservatório. As análises realizadas foram pH, OD, temperatura da água, turbidez, sólidos totais, DBO, DQO, surfactantes, toxicidade e coliformes termotolerantes. Os resultados obtidos contribuíram para estabelecer uma proposta de minimização e apontamento das possíveis causas de contaminação. Para as comparações estatísticas foram utilizados Análise de Variância seguida pelo Teste de Tukey, ambos com 5% de significância. Os valores obtidos nas análises de DQO, surfactantes e coliformes termotolerantes permaneceram acima do permitido pela legislação vigente, fazendo-se necessário um monitoramento constante para que seja possível determinar as possíveis causas da contaminação, desta forma utiliza-se como ferramenta o PAR modificado visando à aplicação por moradores locais.

CONCLUSÃO

A necessidade de cuidados com a preservação e monitoramento dos recursos hídricos para garantia da sobrevivência é fundamental. Um dos mais relevantes apontamentos da sociedade é o crescimento exacerbado da população, que ocasiona o aumento da geração de efluentes domésticos e industriais diminuindo a disponibilidade hídrica de qualidade. O monitoramento dos recursos hídricos constitui num poderoso instrumento que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente. As bacias hidrográficas têm grande importância ecológica, sendo utilizada para diversos fins, como: abastecimento humano, irrigação agrícola, pecuária, turismo ecológico e para pequenas indústrias. Uma avaliação criteriosa da qualidade das águas dessas bacias é uma necessidade fundamental para conhecer o nível de comprometimento do recurso hídrico, analisar quais são as variáveis responsáveis por esse comprometimento e qual a relação qualitativa e quantitativa entre estas ações e os usos da terra e da água na bacia são princípios básicos do gerenciamento ambiental.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. P. A.; ARAGÃO, M. A. Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Eds.). **Ecotoxicologia Aquática: princípios e aplicações**. São Carlos. RiMa, 2014. p. 117-152.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2011.
- GUERRA, R. Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents. **Chemosphere**, v. 44, p. 1737-1747, 2001.
- KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2015.
- LOMBARDI, J. V. Fundamentos de toxicologia aquática. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; Takemota, R. M.; LIZAMA, M. A. P. (Eds.). **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela, 2004. p. 261-270.

RIBEIRO, L. G. Water quality and ecotoxicity of the São José dos Dourados river basin - SP. **Chemosphere**, v. 66, p. 1111-1117, 2018.

SILVEIRA, R. M. **Bioensaios de toxicidade e organismos bioindicadores como instrumento para a caracterização ambiental do Rio Itajaí-Mirim, SC**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental. Ecossistemas Aquáticos) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2014.

TELES, T. J. **Avaliação da qualidade ambiental de nascente no perímetro urbano de Francisco Beltrão - Paraná**. 2018. 57 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2018.

ZAGATTO, P. A. Validação de testes de toxicidade com organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: Rima, 2008. p. 251-267.

ZILLES, F. K. S.; PIVATTO, G. G. Marreco River water quality assessment and monitoring proposal for impact control. **Chemosphere**, v. 63, p. 1030-1037, 2019.