

***Girardia tigrina* como espécie bioindicadora de qualidade da água no município de Barbacena, MG**

Girardia tigrina as a bioindicator species of water quality in the municipality of Barbacena, MG, Brazil

Natália Oliveira **DIAS**^{1,2}; Milena Fernandes **VIANA**¹; Ana Luisa Pedrosa **PATRICIO**¹; Vítor Rafael Faria Guedes da **SILVA**¹ & Camila Dornellas **ESTEVAO**¹

RESUMO

Girardia tigrina é uma espécie de planária que apresenta grande capacidade regenerativa e vem sendo utilizada para estudos de toxicidade em ambientes aquáticos. Os objetivos do presente estudo foram usar a mencionada espécie como bioindicadora de metais pesados em três corpos hídricos no município de Barbacena (MG) e verificar a aplicabilidade e a eficiência da metodologia intitulada análise de sobrevivência. Como resultado, destaca-se que os indivíduos de planária inseridos nas amostras de água do corpo hídrico Córrego do Frigorífico não sobreviveram ao teste, demonstrando a presença de algum agente tóxico no córrego. Com relação à metodologia, os testes comprovaram positivamente o emprego do macroinvertebrado como espécie bioindicadora, sendo o método de baixo custo e acessível. Este estudo advém de um projeto interdisciplinar elaborado por alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, campus Barbacena, e desenvolvido com alunos de uma escola estadual de Minas Gerais, com o intuito de trabalhar os conteúdos de ecologia, zoologia, química e educação ambiental.

Palavras-chave: educação ambiental; ensino público; espécie bioindicadora; macroinvertebrados; monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Girardia tigrina is a species of planarian that has great regenerative capacity and has been used for toxicity studies in aquatic environments. The objectives of the present study were to use the mentioned species as a bioindicator of heavy metals in three water bodies in the city of Barbacena, MG, Brazil, and to verify the applicability and efficiency of the methodology called survival analysis. As a result, the planarian individuals inserted in the water samples of the Frigorifico Stream water body did not survive the test, demonstrating the presence of some toxic agent in its water. Regarding the methodology, the tests confirmed the use of the macroinvertebrate as a bioindicator species, having the method low cost and being accessible. This study comes from an interdisciplinary project developed by students from the Institutional Scholarship and Teaching Initiation Program (Programa Institucional de Bolsa e Iniciação à Docência-PIBID) of the Biological Sciences and Chemistry courses at the Federal Institute of Education, Science and Technology of the Southeast of Minas Gerais, campus Barbacena, and developed with students from a state school in Minas Gerais, in order to work on the contents of ecology, zoology, chemistry and environmental education.

Keywords: environmental education; public education; bioindicator species; macroinvertebrates; environmental monitoring.

Recebido em: 29 set. 2020

Aceito em: 14 nov. 2020

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IFSEMG), R. Monsenhor José Augusto, 204, São José – CEP 36205-018, MG, Brasil.

² Autora para correspondência: nataliaod@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Dias *et al.* (2020) afirmam que a cidade de Barbacena, Minas Gerais, nos últimos 30 anos, passou por grandes mudanças em sua morfologia urbana, acarretadas por crescimentos populacional e industrial relevantes, que modificaram toda a sua malha urbana. Para o ano de 2020, estima-se que a população do município chegue a 138.204 habitantes (IBGE, 2020), e, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PREFEITURA DE BARBACENA, 2014), a taxa de urbanização da cidade é de 91,51%, com densidade demográfica de 166,34 habitantes/km².

O município abriga empresas de grande porte, o que favorece o fluxo de habitantes para a malha urbana da cidade. Vidigal (2015) salienta que, com o crescimento intensificado e a ausência de espaço para construção e expansão nas regiões centrais, se observou a ampliação de bairros periféricos sem planejamento necessário nem modificações na infraestrutura da cidade, causando diretamente grande transformação no ambiente hidrológico que cerca a urbe, afetando a qualidade de vida e o acesso igualitário ao saneamento básico e à rede coletora de esgoto, ocasionando ambientes úmidos e sem a devida atenção, e cuja consequência foi a proliferação de vetores com capacidade de transmissão de doenças.

Em função da existência de grande diversidade de impactos sobre os ecossistemas aquáticos, o controle ambiental de riscos ecológicos deve envolver uma abordagem integrada, por meio do monitoramento da qualidade física, química e biológica da água, bem como a avaliação da qualidade estrutural de habitats (GOULART & CALLISTO, 2003). Para atender a essa demanda, o uso de organismos bioindicadores é bastante recomendado (LAU, 2002). Uma espécie bioindicadora caracteriza-se como todo e qualquer organismo, ou um conjunto de organismos, que permite caracterizar o estado de um ecossistema e evidenciar tão antecipadamente quanto possível as modificações naturais ou provocadas nele (SANTOS *et al.*, 2019). Segundo Fixel (2012), o agravamento da poluição ambiental está estreitamente ligado à industrialização, ao emprego de monoculturas, à urbanização acelerada e à desigualdade social, que acaba acarretando a poluição dos mananciais, gerando doenças e baixa qualidade de vida na sociedade.

A espécie de planária *Girardia tigrina* (Girard, 1850) (Dugesiiidae, Rhabditophora, Platyhelminthes) inclui-se no grupo de macroinvertebrados de água doce e consiste em animais pequenos que têm sido amplamente utilizados como organismo-teste para a detecção de poluição ambiental. Logo, é apontada como bioindicador de toxicidade em ambientes aquáticos (NOVAES, 2014). Estudos têm exposto organismos dessa espécie a metais pesados, drogas, bactérias, fungos, substâncias medicamentosas, agrotóxicos, entre outros (LIMA, 1985).

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) tem como objetivo incentivar alunos dos cursos de licenciatura a terem seu primeiro contato com a sala de aula, de acordo com a Lei n.º 11.502/2007, regulamentada pelo Decreto n.º 7.219/2010 e aperfeiçoada pela Portaria n.º 096/2013, garantindo que todos os referidos alunos sejam resguardados e incentivados, de forma que, um dia, possam estar em sala de aula, inovando e ganhando experiência como futuros docentes. Dias *et al.* (2019) salientam que se pode perceber a grande influência positiva do Pibid na vida dos estudantes das escolas da rede pública, em vista do trabalho exercido pelos bolsistas do programa, o qual possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico.

A motivação do presente trabalho foi incentivar a participação de alunos do ensino médio da Escola Estadual Professor João Anastácio (Polivalente), do município de Barbacena, na feira científica da cidade, visando trabalhar, por meio da interdisciplinaridade, os conteúdos de ecologia, zoologia, química e educação ambiental e promover nesses alunos a curiosidade, o interesse pela pesquisa, os trabalhos de campo e laboratorial, tornando-os mais protagonistas do ambiente em que vivem.

O presente trabalho foi elaborado por alunos do Pibid dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *campus* Barbacena. Seus objetivos foram utilizar a espécie de planária *G. tigrina* como bioindicador de metais pesados em três corpos hídricos no município de Barbacena e testar a metodologia denominada análise de sobrevivência (RIBEIRO, 2012; NOVAES, 2014), a fim de contribuir com o conteúdo científico de alunos de escolas da rede pública, tendo em vista o baixo custo da referida metodologia.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo desenvolveu-se no município de Barbacena (Figura 1), no sudeste do estado de Minas Gerais, na localidade Campo das Vertentes, coordenadas geográficas 21°13'33" sul e 43°46'25" oeste, a 1.100 m de altitude (IBGE, 2020). A localidade insere-se na sub-bacia hidrográfica vertente do Rio Grande, pertencente à bacia hidrográfica Rio Grande, tendo esta última expressiva superfície territorial, mais de 143 mil km² de área de drenagem, com nascente na Serra da Mantiqueira (CBH GRANDE, 2020). O clima, segundo a classificação de Köppen & Geiger (1928), é temperado marítimo/ clima tropical de altitude (Cwb), com chuvas durante o verão, inverno seco e temperaturas médias anuais em torno de 14 a 20°C. A vegetação é caracterizada por floresta estacional semidecidual (IBGE, 2020).

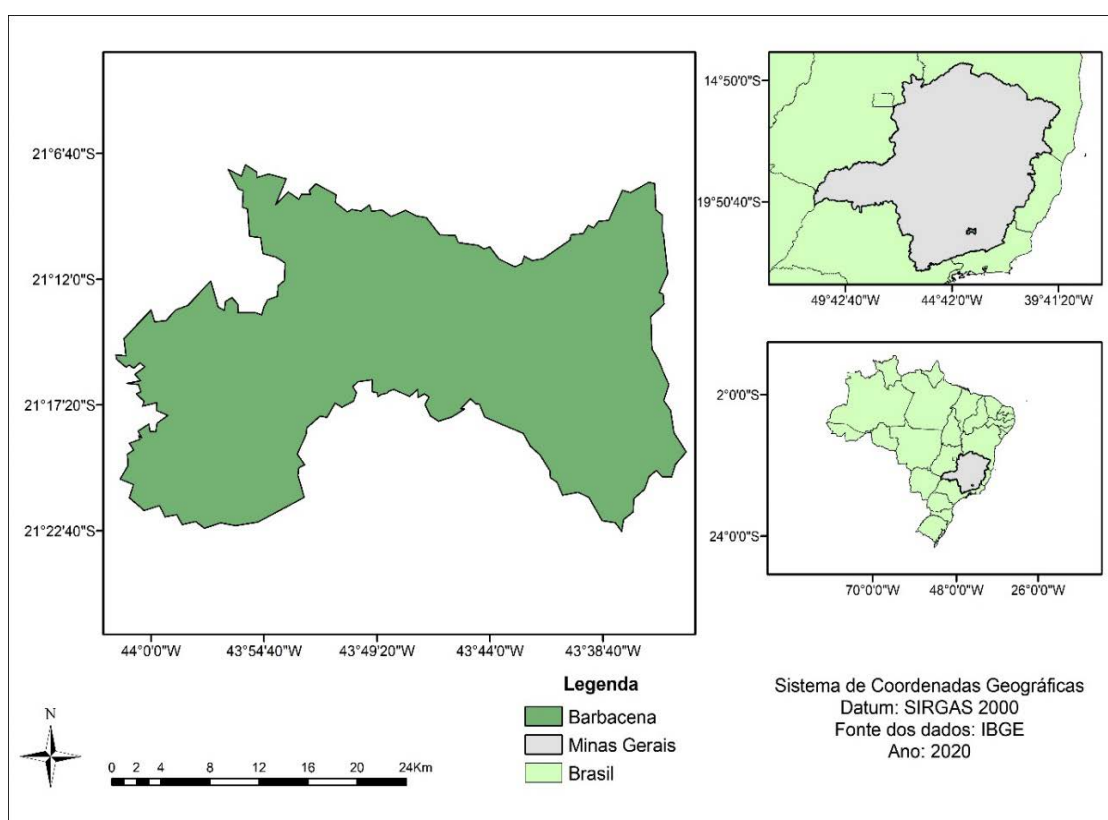


Figura 1 – Localização da área de estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização dos experimentos, foram coletadas amostras de água em três pontos distintos, em cursos hídricos do município de Barbacena: um no Ribeirão Caieiro, outro no Córrego São Vicente, ambos próximos à rodovia BR-265 e a grandes empresas, e um terceiro no Córrego do Frigorífico, que corta parte da cidade e recebe grande carga de esgoto, conhecido popularmente como Córrego da Rua Bahia (Figura 2).

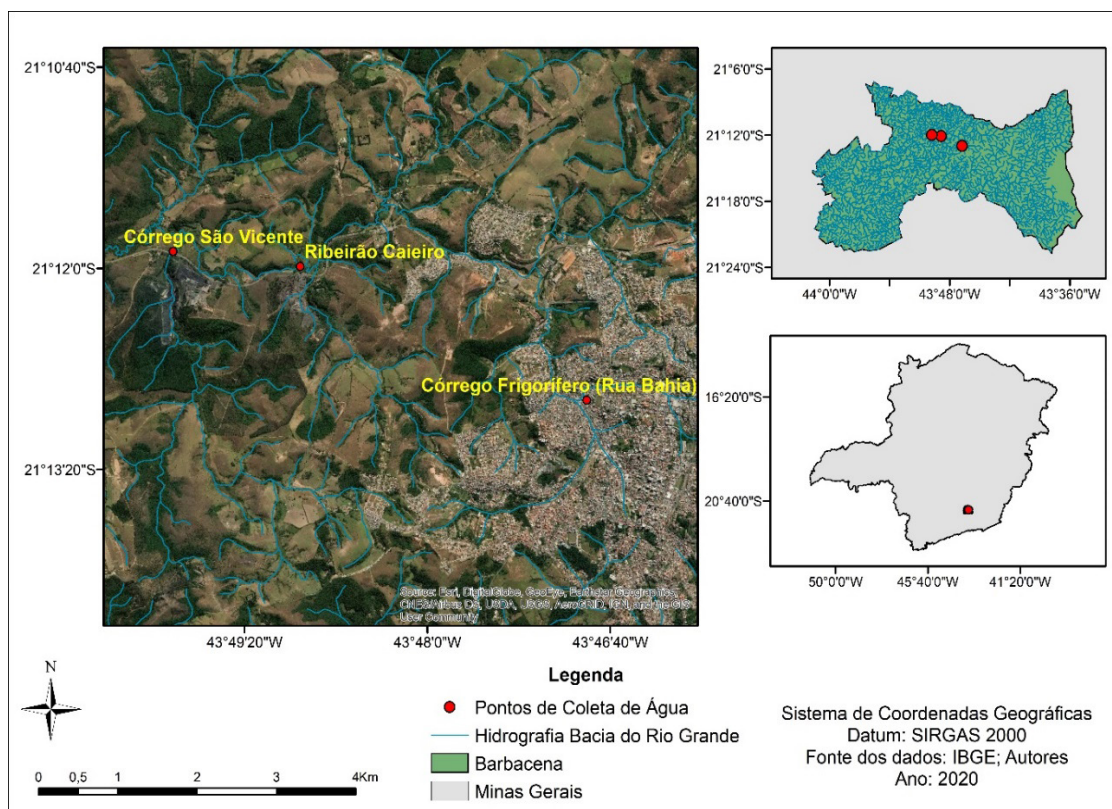


Figura 2 – Localização dos pontos de coleta de água.

As coletas das amostras de água foram realizadas no segundo semestre de 2019, segundo as normas técnicas contidas no documento da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) n.º 9898/1987, que trata da preservação e de técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. A escolha desses locais de coleta se deu por serem próximos a empreendimentos que manuseiam elementos tóxicos tais como metais pesados e, no caso do Córrego do Frigorífico (Córrego da Rua Bahia), por cortar a cidade e destacar-se negativamente pelo forte odor de esgoto.

No presente estudo, foi utilizada a espécie de planária *G. tigrina*, com sinônimo *Dugesia tigrina*. O epíteto refere-se à grande resistência a ambientes poluídos, mas alta sensibilidade a ambientes com toxicidade (LAU, 2002).

Empregou-se a metodologia intitulada análise de sobrevivência, proposta por Novaes (2014), adaptada de Ribeiro (2012), que usa organismos adultos e sadios da referida espécie. Estes foram seccionados e, depois disso, no presente estudo, expostos às amostras de água. O comportamento dos indivíduos foi acompanhado, a fim de analisar seu grau de regeneração e morfologia e detectar óbitos.

A coleta dos macroinvertebrados em foco (planárias) ocorreu no segundo semestre de 2019, no corpo hídrico localizado no Núcleo de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *campus* Barbacena, seguindo as metodologias e os cuidados de coleta citados por Ribeiro (2012) e Novaes (2014), incluindo armadilhas e técnicas para o armazenamento dos macroinvertebrados, preservando assim sua integridade e favorecendo seu desenvolvimento até o dia do teste.

Entre as planárias coletadas, foram escolhidos grupos de cinco indivíduos sadios (Figura 3A), tal como descrito na literatura citada, os quais foram seccionados ao meio e inseridos em volumes de 100 mL de amostras de água coletada, totalizando dez fragmentos de planárias para cada 100 mL de amostra de água. Tal processo foi repetido para cada amostra de água coletada em cada local de estudo. Os fragmentos de planária tinham, em média, 1,5 cm de comprimento (Figura 3B).

O período de vida dos indivíduos foi medido em dias, fixando-se um tempo máximo de 30 dias para o término da pesquisa, pois as planárias apresentam longo ciclo de vida quando não expostas

a componentes tóxicos. Dessa forma, se houvesse qualquer tipo de toxicidade nas amostras, os animais demonstrariam alguma manifestação no período especificado (NOVAES, 2014).

As amostras de planárias foram observadas todos os dias, no mesmo horário, para haver um padrão de análise. Destaca-se que, para análises e experimentos envolvendo animais macroinvertebrados, não há a necessidade de autorizações de manejo.

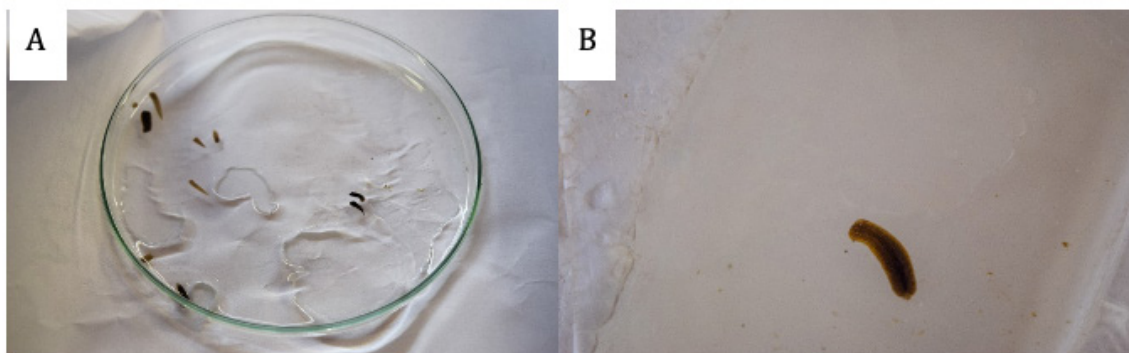


Figura 3 – (A) Planárias selecionadas para o experimento. (B) Fragmento de planária medindo aproximadamente 1,5 cm.

No andamento da verificação, para comprovar a sensibilidade das planárias a agentes toxicológicos, mais precisamente a metais pesados, foram colocados grupos de cinco indivíduos inteiros em quatro amostras de 100 mL cada uma de água tratada e 1 mL de metais pesados – ferro, cobre, alumínio e manganês. Totalizaram-se, assim, quatro amostras em recipientes diferentes, a fim de testar se de fato as planárias são intolerantes a metais pesados, tal como citado em trabalhos anteriores, como o de Lau (2002), o de Ribeiro (2012) e o de Novaes (2014). Nesse teste com água tratada adicionada com metais pesados, os indivíduos foram submetidos inteiros, sem seccioná-los, a fim de se entender o que acontece com as planárias em contato com os referidos elementos em meio natural.

Os critérios para a escolha dos quatro metais pesados analisados estão intimamente ligados à exploração da região de estudo. O ferro é encontrado na natureza com facilidade e abundância, além de ser explorado pela indústria minerária; utiliza-se o alumínio no sistema de tratamento de águas residenciais; o manganês constitui o principal produto da metalurgia de algumas empresas da cidade; e o cobre aparece na natureza no estado puro ou combinado sob várias formas em minérios (PRÁ *et al.*, 2006; FONSECA *et al.*, 2019; LEÃO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020).

Com relação aos alunos da escola estadual, eles participaram de todos os processos descritos na metodologia, mediante a autorização dos responsáveis legais para realização de atividades fora do ambiente escolar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da análise de sobrevivência, foi verificado que as planárias seccionadas e expostas às amostras de água coletadas no Ribeirão Caieiro e no Córrego de São Vicente não tiveram mudanças em seu comportamento nem na sua regeneração em relação ao esperado, segundo a literatura (RIBEIRO, 2012; NOVAES, 2014). Já para os indivíduos que foram submetidos às amostras de água do Córrego do Frigorífico (Rua Bahia), detectou-se óbito nos cinco indivíduos, no dia posterior ao início do experimento. Os dados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da metodologia análise de sobrevivência envolvendo indivíduos da espécie *Girardia tigrina* em corpos hídricos do município de Barbacena, MG.

Amostras	Sobrevivência (dias)
Ribeirão Caieiro	30
Córrego de São Vicente	30
Córrego do Frigorífico	1

Com tal resultado, pode-se afirmar que o município de Barbacena precisa de atenção quanto ao saneamento básico, principalmente quando se trata da passagem do Córrego do Frigorífico a céu aberto, pois coloca em risco a vida da população periférica que está próxima a ele. Também se deve destacar que tal proximidade pode ser palco para a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica, por meio da contaminação advinda de enchentes ao longo da extensão do córrego, que ameaça a vida dos que moram perto dali.

Segundo Dias *et al.* (2020), com o crescimento da cidade e o aumento de indústrias, houve a expansão da malha urbana e, por conseguinte, de construções irregulares, sobretudo em áreas periféricas. Esse processo influencia diretamente as qualidades ambiental urbana e de vida dos habitantes, como já apontado por Dias *et al.* (2020). Tais autores confirmam a urgente necessidade de Barbacena e de seu poder público de destinarem atenção imediata às suas populações periféricas.

Quanto à análise do teste dos macroinvertebrados no que se refere aos metais pesados – ferro, cobre, alumínio e manganês –, 24 horas após o início do teste, as planárias das amostras com cobre, alumínio e manganês estavam todas totalmente desintegradas. Na amostra com ferro, algumas estavam mortas, outras apresentavam comportamento anormal para a espécie, ou seja, estavam totalmente inertes, com coloração transparente, o que impossibilitou a contagem dos indivíduos (Tabela 2). Ribeiro (2012) e Novaes (2014) reportam resultados similares para os elementos cobre, alumínio e manganês. Procurou-se na literatura sobre o comportamento dos macroinvertebrados em relação ao ferro, porém não foi encontrado nenhum tipo de estudo envolvendo o elemento.

Tabela 2 – Resultado da exposição de indivíduos de *Girardia tigrina* a metais pesados, a fim de comprovar sua sensibilidade.

Amostras	Indivíduos após 1 dia
Ferro	Alguns indivíduos mortos/mudanças comportamentais
Cobre	0
Alumínio	0
Manganês	0

Penha *et al.* (2014) afirmam que planárias de água doce podem ser consideradas organismos importantes para a análise de substâncias tóxicas em testes ambientais, principalmente metais pesados. Autores como Iannaccone & Tejada (2007), com a espécie *Girardia festae*, obtiveram resultados que comprovaram a capacidade de diferentes substâncias químicas de influenciar negativamente o processo regenerativo das planárias, mostrando ser o método eficiente para medir os poluentes tóxicos e destacando-se por seu baixo custo.

Não foi possível realizar a análise de qual componente tóxico havia nas amostras de água do Córrego do Frigorífico nem comprovar a presença de metais pesados nesse mesmo córrego, pois não existem empresas especializadas em tal tipo de análise no município de Barbacena, e, como o presente estudo não contava com auxílio financeiro, ficou impossibilitada essa verificação laboratorial.

Sobre a participação dos alunos da escola estadual no desenvolvimento do estudo, como estes participaram de todas as etapas da metodologia, percebeu-se sua grande curiosidade, demonstrando que atividades educacionais interdisciplinares fora da escola ligadas ao ensino superior, como nesse caso, podem influenciar o empenho dos estudantes em estar envolvidos com conteúdos científicos,

além de reforçar o interesse deles em dar continuidade aos estudos. De acordo com Romagnolli et al. (2014, p. 6): “Um fato que ocorre muitas vezes é que o conhecimento produzido na universidade não consegue ser aproveitado nas escolas e o conhecimento produzido na escola não é utilizado nas universidades”.

Assim, fica evidente que trabalhos como o presente estudo são importantes para auxiliar na relação entre a universidade e a escola, como apontado por Paredes & Guimarães (2012), Ambrosetti et al. (2013) e Paniago et al. (2018), bem como para a troca de conhecimento entre ambas as partes, sendo relevantes para a construção de uma educação de qualidade.

CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que algum agente tóxico predomina no corpo hídrico do Córrego do Frigorífico, o que fez com que as planárias da espécie *G. tigrina* não sobrevivessem aos testes. Logo, há a necessidade de mais estudos e análises específicas no córrego supracitado, para se conhecer e entender tal toxicidade, possivelmente advinda do descarte de esgoto.

Destaca-se a urgente necessidade do monitoramento dos corpos hídricos do município, por parte do poder público, a fim de se evitar a contaminação por metais pesados, poluentes, entre outras substâncias, além de se dedicar atenção às populações periféricas de Barbacena, com a finalidade de lhes propiciar melhores condições de vida, já que tais populações estão mais próximas dos referidos cursos d'água.

Com relação ao uso do macroinvertebrado em foco no presente trabalho como bioindicador da qualidade da água, o estudo mostrou que a utilização da espécie é efetiva, pela facilidade e pelo baixo custo, porém ressalta-se a necessidade de se instalar uma metodologia padrão para tal análise, para que se torne mais eficaz e no sentido de otimizar os estudos envolvendo a espécie. No que se refere ao invertebrado deste trabalho, vale dizer que a espécie está sendo objeto de estudo fora do Brasil para se entender células-tronco nos seres humanos, em função do seu poder de regeneração, havendo pesquisas em diversas áreas, tal como a de Rink (2013), que descreve a regeneração de planárias e a compara a sistemas de células-tronco.

Tais estudos e atividades, realizados em consonância com alunos e alunas do ensino médio, especialmente em projetos como o Pibid, indicado no presente estudo, favorecem a compreensão dos estudantes e incentivam tanto os próprios alunos quanto os futuros professores, auxiliando no entendimento interdisciplinar e prático de disciplinas escolares, que podem ser vistas com dificuldade no ensino tradicional, além de permitir explorar o pensamento crítico e se trabalhar a educação ambiental escolar na formação do cidadão.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR n.º 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT; 1987. 22 p.

Ambrosetti, N. B., Nascimento, M. das G. C. de A., Almeida, P. A., Calil, A. M. G. C. & Passos, L. F. Contribuições do Pibid para a formação inicial de professores: o olhar dos estudantes. Educação em Perspectiva. 2013; 4(1): 151-174.

Brasil. Decreto n.º 7.219, de 24 de junho de 2010. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2010. [Acesso em: 2 jul. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7219.htm.

Brasil. Lei n.º 11.502, de 11 de julho de 2007. Modifica as competências e a estrutura organizacional da fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, de que trata a Lei n.º 8.405, de 9 de janeiro de 1992; e altera as Leis n.ºs 8.405, de 9 de janeiro de 1992, e 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, que autoriza a concessão de bolsas de estudo e de pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores para a educação básica. Diário Oficial da União. 2007. [Acesso em: 10 ago. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11502.htm.

Brasil. Portaria n.º 096, de 18 de julho de 2013. Regulamenta o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid e revoga Portaria Normativa da Capes n.º 122, 16/09/2009. Diário Oficial da União. 2013. [Acesso em: 10 ago. 2020]. Disponível em: https://capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_096_18jul13_AprovaRegulamentoPIBID.pdf.

Comitê de Bacia Hidrográfica Grande – CBH Grande. A Bacia. [Acesso em: 2 jul. 2020]. Disponível em: <http://cbhgrande.org.br/Bacia.aspx>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Dias, N. O., Francelino D. M. & Almeida J. L. de. Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade de vida no Município de Barbacena - MG. Revista Enciclopédia Biosfera/Centro Científico Conhecer. 2020; 17(32): 45-50. doi: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2020B4

Dias, N. O., Silva, V. R. F. G. da, Dutra, V. de S. V. & Patrício, A. L. P. Percepção dos alunos sobre conservação da natureza na Escola Estadual Professor João Anastácio, Barbacena-MG: uma pesquisa a partir do Pibid. V Simpósio Brasileiro de Biologia da Conservação; 2019. Anais. Barbacena; 2019. p. 14-19.

Fixel, A. T. V. Áreas contaminadas no contexto urbano e jurídico-ambiental brasileiro. Rio de Janeiro: UFRJ/Coppe; 2012. 188 p.

Fonseca, J. C. de F., Araujo, J. N. G. de, Vieira, C. E. C. & Padriani, R. A cooperação e a dimensão coletiva da atividade, em um sistema de exploração de minério de ferro. Laboreal. 2019; 15(1): 1-22. doi: <http://dx.doi.org/10.4000/laboreal.1131>

Goulart, M. & Callisto, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FEPAM. 2003; 2(1): 71-82.

Iannacone, J. & Tejada, M. Empleo de la regeneración de la planaria de agua dulce *Girardia festae* (Borelli, 1898) (Tricladida: Dugesidae) para evaluar la toxicidad del carbofurano. Neotropical Helminthology. 2007; 1(1): 7-13.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de cidades. [Acesso em: 17 jan. 2020]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/barbacena/panorama>.

Köppen, W. & Geiger, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes; 1928.

Lau, A. H. Avaliação múltipla do potencial genotóxico da poluição urbana de Porto Alegre – RS [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: UFRGS; 2002.

Leão, L. P., Costa, R. de V. F. da, Leite, M. G. P. & Nalini Júnior, H. A. Mapeamento geoquímico do manganês e avaliação da qualidade de sedimentos fluviais e águas superficiais do Quadrilátero Ferrífero, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. 2019; 42(2): 444-455. doi: <http://dx.doi.org/10.11137/20192444455>

Lima, O. S. Utilização de planárias de água doce como indicadores biológicos de qualidade das águas. Revista DAE. 1985; 45(141): 164-165.

Novaes, E. I. Análise do uso das águas de uma empresa do ramo petroquímico via análise de sobrevivência [Dissertação de Mestrado]. Botucatu: Unesp; 2014.

Paniago, R. N., Sarmiento, T. & Rocha, S. A. da. O Pibid e a inserção à docência: experiências, possibilidades e dilemas. Educação em Revista. 2018; 34: e190935. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-4698190935>

Paredes, G. G. O. & Guimarães, O. M. Compreensões e significados sobre o Pibid para a melhoria da formação de professores de Biologia, Física e Química. Química Nova na Escola. 2012; 34(4): 266-277.

Penha, R. B., Silva e Carvalho, R. D., Moraes, F. V., Lopes, K. A. R. & Velho, N. M. R. de C. Avaliação dos efeitos da toxicidade em planárias límnicas expostas a cádmio e cromo. *Revista Biociências*. 2014; 20(2): 13-21.

Prá, D., Guecheva, T., Franke, S. I. R., Knakievicz, T., Erdtmann, B. & Henriques, J. A. P. Toxicidade e genotoxicidade do sulfato de cobre em planárias de água doce e camundongos. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*. 2006; 1(2): 171-175.

doi: <https://doi.org/10.5132/jbse.2006.02.016>

Prefeitura de Barbacena. PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico de Barbacena. Curitiba: Habitat Ecológico; 2014. 774 p.

Ribeiro, A. R. Potencial do uso de planárias na avaliação de contaminantes ambientais [Dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2012.

Rink, J. C. Stem cell systems and regeneration in planaria. *Development Genes and Evolution*. 2013; 223: 67-84.
doi: <https://doi.org/10.1007/s00427-012-0426-4>

Romagnolli, C., Souza, L. de & Marques, R. A. Os impactos do Pibid no processo de formação inicial de professores: experiências na parceria entre educação básica e superior. Seminário Nacional de Educação Superior. Anais. Sorocaba: Universidade de Sorocaba; 2014. p. 23-26.

Santos, N. B., Moura, C. de, Rocha-Lima, A. B. C., Lobo, D. de A., Saldiva, P. H. N. & Bizeto, L. Utilização de *Tradescantia pallida purpurea* como bioindicadora de agentes tóxicos na água. *UNISANTA Bioscience*. 2019; 8(3): 326-335.

Silva, A. L. O., Ramos, M. da S., Luiz, M. R., Souza, M. C. de, Nascimento A. P. S. do, Silva, J. E. de O. A., Ramos, E. de F. & Amorim, F. V. Possíveis efeitos do alumínio presente na água tratada. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6(1): 1413-1420. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-098>

Vidigal, C. H. M. Análise da influência do saneamento básico na saúde da população do município de Barbacena – MG [Trabalho de Final de Curso]. Juiz de Fora: Faculdade de Engenharia da UFJF; 2015.