Ambiente & Educação
Revista de Educação Ambiental

E-ISSN 2238-5533
Volume 26 | nº 1 | 2021
Artigo recebido em: 13/07/2020
Aprovado em: 06/01/2021

Ana Beatriz Carollo Rocha-Lima
[Professora da Universidade Paulista (campus Jundiaí) e aluna de doutorado na Universidade Paulista (campus Bacelar) em Patologia Ambiental e Experimental. Possui mestrado em Biologia Animal pela Universidade Estadual de Campinas, especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos (IFCE/ANA) e graduação (licenciatura) em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Módulo.]

ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8560-2101

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR ATRAVÉS DO MONITORAMENTO AMBIENTAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Environmental education in higher education through the environmental monitoring of water resources

Resumo

O objetivo geral das atividades relatadas foi desenvolver empiricamente a Educação Ambiental no Ensino Superior através da utilização de técnicas de monitoramento ambiental e dessa forma ofertar um Ensino Superior de qualidade através de atividades que possibilitassem a integração entre ensino e pesquisa. As atividades de monitoramento ambiental foram desenvolvidas em aulas práticas dos cursos de Ciências Biológicas e Biomedicina da UNIP Jundiaí, bem como na elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso e de Iniciação Científica de discentes destes cursos. O desenvolvimento do protagonismo e do senso crítico por parte dos discentes foi fundamental para um aprendizado significativo no que tange à consciência ambiental.

Palavras-chave: Biomonitoramento; Ecotoxicologia; Genotoxicidade; Química Ambiental.

.

.

Abstract

The general objective of the reported activities was empirically develop Environmental Education in Higher Education through the use of environmental monitoring techniques and thus offer a quality higher education through activities that enable the integration between teaching and research. The environmental monitoring activities were developed in practical classes of the Biological Sciences and Biomedicine courses at UNIP Jundiaí, as well as in the elaboration of Course Conclusion and Scientific Initiation Works of students of these courses. The development of protagonism and critical sense by the students it was essential for meaningful learning regarding environmental awareness.

Keywords: Biomonitoring. Ecotoxicology. Genotoxicity. Environmental Chemistry.

Introdução

A Educação Ambiental é uma modalidade da educação que se apresenta como uma alternativa viável para tornar o fenômeno educativo mais pertinente à sua realidade de aplicação. É um processo que consiste em propiciar às pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa a respeito das questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização dos recursos naturais para a melhoria da qualidade de vida (Medina, 2001).

A inserção das questões ambientais na universidade surge como um tema importante no âmbito da Educação Ambiental. Da consciência ambiental dos futuros profissionais formados nas universidades, dependerá em parte a capacidade humana para inverter o índice crescente de degradação do meio ambiente, prevenir catástrofes maiores e resgatar a sustentabilidade planetária (Marcomin e Silva, 2009).

Há controvérsias sobre a abordagem ideal para a Educação Ambiental no Ensino Superior; no entanto, recomenda-se que esta seja realizada por meio de programas, em vez de disciplinas isoladas no currículo (Sato, 2001), partindo de propostas pedagógicas centradas na conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação dos educandos (Reigota, 1998; Jacobi, 2003).

Devido ao fato de a maior parte da população brasileira viver em cidades, observa-se uma crescente degradação das condições de vida, refletindo-se uma crise ambiental. Isto nos remete a uma necessária reflexão sobre os desafios para mudar as formas de pensar e agir em torno da questão ambiental numa perspectiva contemporânea. Nessa direção, a problemática ambiental constitui um tema muito propício para aprofundar a reflexão e a prática em torno do impacto das demandas da população das áreas mais afetadas pelos crescentes agravos ambientais (Jacobi, 2003).

Dessa forma, o objetivo geral das atividades relatadas foi desenvolver empiricamente a Educação Ambiental no Ensino Superior através da utilização de técnicas de monitoramento ambiental. Os objetivos específicos foram: desenvolver a consciência ambiental, o pensamento científico e o senso crítico nos discentes através do monitoramento ambiental, bem como ofertar um Ensino Superior de qualidade através de atividades que possibilitassem a integração entre ensino e pesquisa.

Abordagem teórica

O conhecimento dos parâmetros de avaliação da qualidade das águas é um requisito básico para orientar ações de conservação dos recursos hídricos, e o uso de métodos simples de monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos permite que fontes de água sejam avaliadas e monitoradas pela própria comunidade de usuários (Torres et al., 2017).

São inúmeras as doenças que podem ser contraídas através da água contaminada, dentre elas a cólera, hepatite, febre tifoide, disenteria bacilar, diarreia e outras (Ritcher e Azevedo-Netto, 2003). Para a água estar apta para consumo humano, deve apresentar elementos essenciais à vida, não contendo elementos deletérios que possam causar alterações em cadeias alimentares ou em organismos vivos. Sendo assim, ter água disponível significa tê-la em quantidade e qualidade adequada, dentro de padrões estabelecidos pelos dispositivos legais pertinentes (Oliveira-Filho et al., 1994; Moraes e Jordão, 2002).

A Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) indica alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos para que corpos d'água possam ser enquadrados em determinadas categorias, que determinam os possíveis usos dessa água (Brasil, 2005). Diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, além de servirem para o enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, ainda atestam a possibilidade do uso para abastecimento humano de acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (MS), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2011).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos e sua importância para o ambiente.

Parâmetro	Importância	Impacto ambiental
Temperatura	Influencia parâmetros físico-químicos da água (e.g. tensão superficial e viscosidade)	Temperaturas fora dos limites de tolerância de organismos aquáticos interferem em seu crescimento e reprodução
Turbidez	Indica erosão dos sólidos e/ou lançamento de esgoto e de efluentes industriais	Seu aumento afeta o tratamento do corpo d'água e prejudica organismos aquáticos e atividades como a recreação
Potencial hidrogeniônico (pH)	Afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas	Alterações podem aumentar o efeito de substâncias químicas tóxicas para os organismos aquáticos, como os metais pesados
Oxigênio Dissolvido (OD)	Vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos respiram oxigênio	Sua diminuição pode causar a morte de organismos aeróbicos
Nitrogênio Amoniacal (NH_3), Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3)	Indicam lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais e/ou contaminação por fertilizantes	Tóxico aos seres humanos em altas concentrações; contribui para a eutrofização
Fósforo, ortofosfato (PO)	Indica lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais e/ou contaminação por fertilizantes	Seu aumento contribui para a eutrofização
Coliformes fecais, *E. coli* (CF)	São indicadores de poluição por esgotos domésticos	Grandes valores indicam a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica

Fonte: Adaptado de ANA (2013).

Para se obter um laudo de potabilidade de uma amostra de água, o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água deve ser realizado por laboratórios habilitados, porém esse procedimento é complexo e de alto custo. Neste contexto, existem kits disponíveis no mercado que, com simplicidade e baixo custo, identificam a presença ou a ausência de coliformes e determinam alguns elementos físico-químicos na água (Brito et al., 2007). O Ecokit II da empresa Alfakit® é um método alternativo fácil, rápido e de baixo custo, que vem apresentando resultados confiáveis em estudos preliminares de planejamento, manejo e conservação de cursos d'água (Coyado et al., 2019).

Porém, os resultados das análises químicas não são suficientes para retratar o impacto ambiental causado pelos poluentes sobre os organismos, dado que apenas os sistemas biológicos podem detectar os efeitos tóxicos das substâncias (Magalhães & Ferrão-Filho, 2008). Por essa razão, a utilização de ensaios toxicológicos como ferramenta de avaliação ambiental é de extrema importância.

O biomonitoramento consiste na utilização de organismos vivos para avaliar o efeito de contaminantes no ambiente, e biondicadores são organismos que respondem de alguma forma aos fatores que alteram o ambiente (Magalhães & Ferrão-Filho, 2008). O uso de bioindicadores oferece vantagens como o baixo custo e a possibilidade da avaliação de elementos químicos contaminantes e poluentes em concentrações baixas no ambiente. O biomonitoramento através de bioindicadores pode ter caráter complementar, como estratégia auxiliar em técnicas convencionais, como os métodos físico-químicos de avaliação ambiental (Oliveira, 2014).

Há diversos estudos que utilizam plantas como bioindicadoras da toxicidade no solo, água e ar, e diversas metodologias podem ser utilizadas para o monitoramento ambiental. *Tradescantia pallida purpurea* é uma planta herbácea monocotiledônea pertencente à família *Commelinaceae* que se desenvolve durante todo o ano. Quando é exposto a agentes químicos e físicos, o vegetal sofre uma mutação, e as avaliações das alterações genéticas que os agentes mutagênicos causam à planta são feitas através da detecção

da formação de micronúcleos (pequenas porções de material genético) no citoplasma das tétrades, que são quatro células mãe precursoras de grãos de pólen (Ma, 1981; Carvalho, 2005).

Outro vegetal que pode ser utilizado no monitoramento ambiental para detecção de agentes mutagênicos em estudos de qualidade de água é a cebola comum (*Allium cepa*), que responde à toxicidade de substâncias presentes na água através de parâmetros macroscópicos como a formação de tumores, a inibição do crescimento e raízes torcidas, bem como parâmetros microscópicos, como os índices mitóticos, micronúcleos e aberrações e distúrbios das fases mitóticas com ênfase em anáfase e telófase (Cabrera & Rodriguez, 1999; Cuchiara et al., 2012).

Procedimentos metodológicos

As atividades de monitoramento ambiental relatadas foram desenvolvidas entre os anos de 2016 e 2019 em aulas práticas das disciplinas relacionadas ao saneamento ambiental dos cursos de Ciências Biológicas e Biomedicina da Universidade Paulista, *campus* Jundiaí, estado de São Paulo (UNIP Jundiaí). Foram realizados levantamentos de qualidade de águas superficiais através da avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005. Para as aulas práticas, as amostras de água foram coletadas no Rio Jundiaí, em frente à UNIP Jundiaí (coordenadas -23.169259, -46.920450).

As atividades de monitoramento ambiental também foram utilizadas na elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) e Trabalhos de Iniciação Científica (ICs) de discentes destes cursos. Para os TCCs e ICs, as amostras foram coletadas em diferentes locais e utilizando diferentes métodos de monitoramento ambiental, atendendo aos objetivos do trabalho acadêmico do discente.

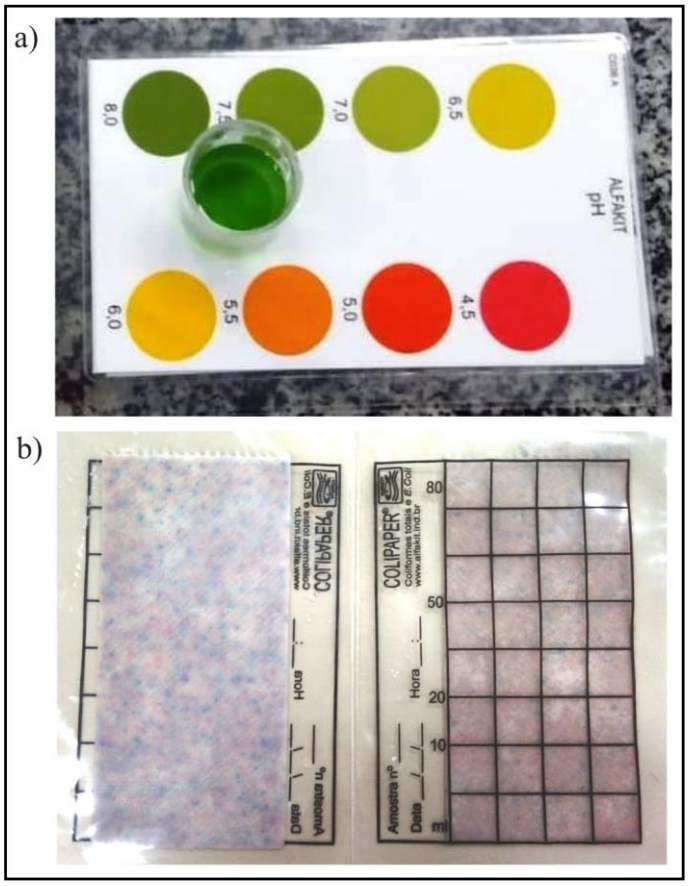
Os materiais são de suma importância para o processo de formação em Educação Ambiental (Sato, 2001). Neste contexto, nas atividades aqui descritas optou-se por realizar análises físico-químicas e microbiológicas de

amostras de água e avaliar a toxicidade dessas amostras utilizando-se materiais e técnicas de baixo custo e fácil execução. Além destes quesitos, a escolha das técnicas também se baseou na eficácia dos resultados obtidos através da aplicação destas.

Análises físico-químicas e microbiológicas

A análise dos parâmetros físico-químicos (Temperatura, Turbidez, pH, OD, NH_3, NO_2, NO_3, PO) e microbiológicos (CF) foi realizada através do uso do Ecokit II da Alfakit®, metodologia amplamente utilizada para avaliações de qualidade e preservação da água (e.g. Cunha et al., 2012; Marinho et al., 2016; Coyado et al., 2019). O kit apresenta uma escala colorimétrica para a leitura dos resultados, o que o torna muito adequado para o trabalho em grupo e facilita muito a interpretação dos parâmetros obtidos (Figura 1a). Além disso, os resultados são obtidos quase que imediatamente após a aplicação dos testes (entre 1 e 15 minutos, dependendo do teste), com exceção do teste para coliformes, que precisa ser incubado entre 36-37 °C por pelo menos 15 horas (Figura 1b)

Figura 1. a) Escala colorimétrica do Ecokit II para pH (Foto: M. P. Massaretto). b) Resultados do teste para coliformes: pontos azuis representam unidades formadoras de colônias de coliformes fecais (Foto: A. B. C. Rocha-Lima).



Alternativamente, também foram testados e utilizados os seguintes reagentes, próprios para testes em aquários: Teste de Fosfato Azôo® Água Doce e Salgada, Labcon® Teste para pH Tropical Água Doce e Labcon® Teste para Amônia Tóxica. Os testes também apresentam escalas colorimétricas para a leitura dos resultados.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas *in loco* ou, quando isso não foi possível, estas foram feitas menos de duas horas após a coleta.

Avaliação da toxicidade ambiental

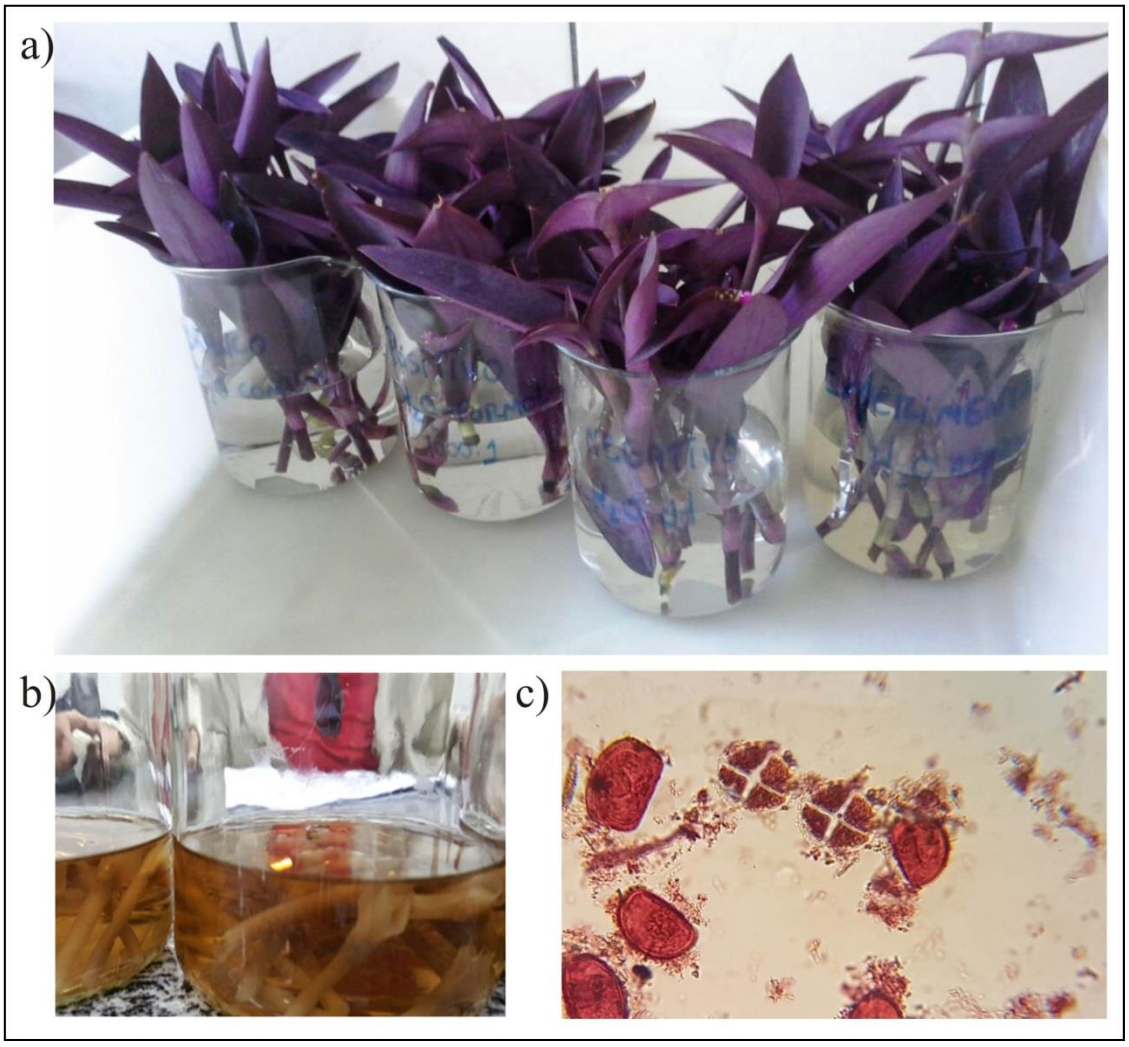
Para a realização do biomonitoramento ambiental, foi utilizado o método Trad-MCN. Na execução deste método, foram utilizadas hastes com aproximadamente 10 cm de *T. pallida purpurea*. O critério de escolha das

hastes foi o fato de estas ainda possuírem botões, um indicativo de que estavam na prófase I da meiose (entre o paquíteno e o diplóteno), sendo esta a fase em que a planta fica mais sensível a sofrer mutação.

As hastes foram deixadas em água de torneira por 24 horas (fase de adaptação). Posteriormente, foi realizada a exposição das plantas nas amostras de água a serem analisadas por 8 horas (fase de intoxicação), e em seguida as hastes descansaram por 24 horas em água de torneira (fase de recuperação). Também foram realizados os controles branco (água destilada), positivo (formol 1:1000) e negativo (água de torneira), utilizando-se o mesmo procedimento (Figura 2a).

Após as fases de adaptação, intoxicação e recuperação, foi realizada a fixação das amostras e dos controles em fixador álcool-acético (álcool 98% 3:1 ácido acético glacial P.A.) (Figura 2b). Após 48 horas, foi realizada a leitura das amostras. Para a confecção das lâminas foram utilizados os botões médios e grandes da planta, macerados com um estilete histológico juntamente com os corantes Carmim e Orceína Acética 2%. Foram retirados os resíduos vegetais da lâmina (debris) e o conteúdo remanescente foi coberto com uma lamínula e fixado em fogo com o bico de Bunsen. Quando necessário, foi retirado o excesso de corante da lâmina. Para cada amostra (experimental e controles) foram contadas 300 tétrades para quantificação dos micronúcleos (indicadores de mutagênese) (Figura 2c). A leitura microscópica foi realizada com aumento de 40x ou 100x.

Figura 2. a) Hastes de *T. pallida purpurea* imersas durante a etapa experimental (Foto: A. B. C. Rocha-Lima). b) Amostras prontas para a leitura após a fixação. c) Tétrades: uma sem micronúcleos (à esquerda) e uma com um micronúcleo no centro (à direita) (Fotos: E. A. R. P. Monichetti).



Alternativamente, também foi testado e utilizado o método *Allium cepa*. Para a realização deste método, foram utilizadas cebolas (*Allium cepa*) adquiridas comercialmente. Amostras de cebola também foram reservadas para a realização dos controles negativo e positivo. Para o controle negativo foi utilizado apenas água de torneira e para o controle positivo utilizou-se água destilada acrescida de formol 1% por 72 horas.

Todas as cebolas foram limpas com os catafilos externos retirados e colocadas com a parte da raiz submersa nas amostras de água, ao abrigo de luz. As cebolas foram expostas por 24 horas em água de torneira e por 48 horas na amostra experimental, totalizando 72 horas de experimento. O mesmo procedimento foi realizado com os controles negativo e positivo.

Após o tempo de exposição, as raízes de cada cebola foram cortadas com até 3 cm de comprimento e enumeradas, devido a utilização de mais de uma raiz de uma mesma cebola para a análise. As raízes foram colocadas cortadas ao meio ou inteiras em uma lâmina com 1 gota de Orceína Acética 2%, cobertas com a lamínula e fixadas em fogo com o bico de Bunsen. Quando necessário, foi retirado o excesso de corante da lâmina.

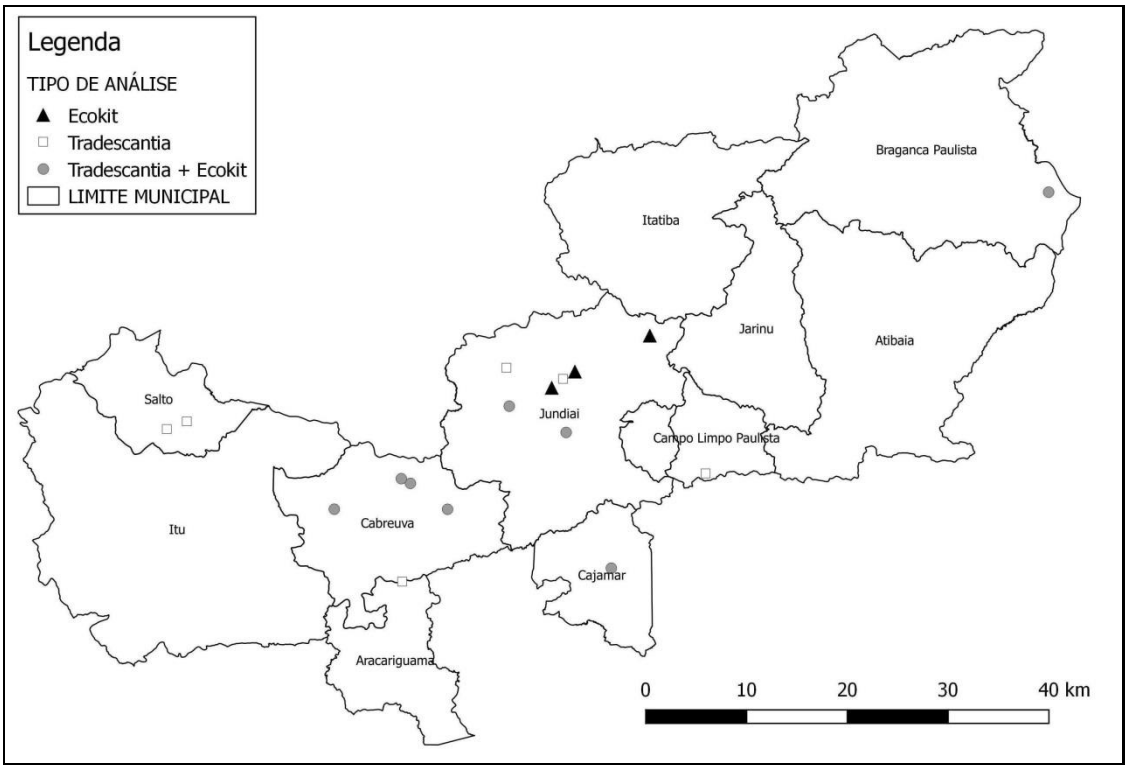
Foi estimado o número de micronúcleos em 1000 células observadas e o número de qualquer fase mitótica (prófase, metáfase, anáfase e telófase) em 2000 células para o Cálculo do Índice Mitótico (IM), realizado entre a razão de fases de mitose verificadas em relação ao total de células estudadas.

Resultados e discussão

No que diz respeito aos métodos, concluiu-se que o Ecokit II atendeu melhor aos objetivos para as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do que os reagentes para testes em aquários utilizados, devido ao Ecokit II possuir maior variedade de testes. Em relação à rapidez, facilidade de execução e interpretação dos resultados, ambas as metodologias se mostraram igualmente eficientes. Para o biomonitoramento da toxicidade ambiental, o método Trad-MCN se mostrou mais simples na leitura das lâminas e interpretação dos resultados do que o método *Allium cepa*. Desse modo, a maioria das atividades de monitoramento realizadas se utilizou dessas duas técnicas.

Em relação à amplitude espacial do monitoramento ambiental, foram amostrados pelo menos 17 pontos em 6 municípios do entorno da UNIP Jundiaí, sendo que alguns desses pontos foram analisados mais de uma vez e por mais de uma técnica. Isso demonstra que as atividades aqui relatadas tiveram um alcance regional (e não apenas local), gerando dados que representam a qualidade hídrica das imediações da UNIP Jundiaí, ambiente no qual os discentes estão inseridos acadêmica e socialmente (Figura 3).

Figura 3. Pontos amostrados entre os anos de 2016 e 2018.



As aulas práticas das disciplinas relacionadas ao saneamento ambiental dos cursos de Ciências Biológicas e Biomedicina da UNIP Jundiaí contaram com expressiva participação dos discentes em todas as etapas do biomonitoramento, desde o momento da coleta (realizada sempre antes do horário das aulas) até a análise e interpretação dos resultados no laboratório. As atividades de utilização de técnicas de monitoramento ambiental foram bem-sucedidas no que concerne à execução das técnicas e à interpretação dos resultados pelos discentes.

Os discentes participaram ativamente da coleta das amostras e avaliações preliminares do corpo d'água amostrado (Rio Jundiaí) (Figuras 4a e b) e também das análises realizadas no laboratório (Figura 4c), executando as reações e tabulando os dados obtidos para compara-los com os dispositivos legais vigentes para o enquadramento de corpos d'água (Resolução CONAMA 357/2005) (Brasil, 2005). A partir da aplicabilidade do monitoramento ambiental, foi possível notar um maior interesse e envolvimento dos mesmos durante as disciplinas, inclusive nas aulas teóricas.

Figura 4. a) e b) Coleta e avaliação preliminar da amostra de água do Rio Jundiaí (Fotos: a) G. M. de Lima e b) J. A. M. Lopes). c) Análise físico-química e microbiológica da amostra e interpretação dos resultados no laboratório (Foto: M. P. Massaretto).



No que concerne ao desenvolvimento do pensamento científico dos discentes, a experiência relatada obteve desde o início de 2016 até o presente momento (julho de 2020) os seguintes produtos: 12 TCCs e 2 ICs concluídas que resultaram em 7 artigos completos publicados em periódicos, 1 artigo aceito para publicação em periódico, 2 artigos submetidos para publicação em periódicos (aguardando parecer), 2 trabalhos completos publicados em anais

de congressos, 3 resumos expandidos publicados em anais de congressos, 6 resumos simples publicados em anais de congressos e 4 resumos simples submetidos em congresso (aguardando parecer). No momento estão em andamento 2 TCCs e 2 ICs, com conclusão prevista para o ano de 2020.

As atividades de monitoramento ambiental, para os discentes que desenvolveram seus TCCs e ICs utilizando as técnicas de monitoramento ambiental aqui relatadas, representaram o início da sua produção científica e ofereceram aos mesmos a possibilidade da publicação dos dados obtidos em seus primeiros trabalhos acadêmicos. O desenvolvimento do protagonismo e do senso crítico dos discentes também pode ser facilmente verificado através das conclusões que estes obtiveram ao finalizarem suas pesquisas.

No entanto, é necessário reconhecer as limitações inerentes às técnicas de monitoramento ambiental relatadas. Embora em parte das atividades tenham sido identificadas divergências com as condições e padrões estabelecidos para os corpos d'água, é importante ressaltar que a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece um valor de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Nas atividades de monitoramento relatadas, foram realizadas apenas duas amostragens anuais, através de metodologias experimentais. É importante enfatizar aos discentes que o monitoramento realizado não dispensa a necessidade de realização de análises *a posteriori*, realizadas por laboratórios habilitados.

Apesar das limitações das técnicas, ao final das atividades os discentes puderam concluir que os lançamentos de dejetos em corpos hídricos alteram a composição dos mesmos e podem vir a alterar o seu enquadramento em uma classe de uso, tornando a água indisponível para diversos usos (Brasil, 2005). Os discentes também concluíram a importância da fiscalização por parte do poder público a fim de evitar a poluição dos recursos hídricos. Em um resumo elaborado a partir dos resultados obtidos nas aulas práticas e publicado no 23º Congresso de Biólogos do CRBio-01 – CONBIO, Torres e colaboradores recomendam um monitoramento mais intensivo por parte do poder público nas águas *in natura* destinadas a abastecimento público e uma criteriosa análise da

recente reclassificação do Rio Jundiaí por parte dos órgãos responsáveis (Torres et al., 2017).

Em um trabalho de conclusão de curso que analisou a água do Rio Tietê antes e após a região industrial de Salto-SP publicado em periódico, Gonçalves e colaboradores concluíram que a água do Rio Tietê no segundo ponto de coleta apresenta os mesmos níveis de genotoxidade do que o controle positivo (solução de formol). “A qualidade da água, que já se apresentava tóxica antes da região industrial de Salto, sofre expressiva deterioração ao passar pela região industrial. A diminuição destes efluentes favoreceria a população com a captação de água em toda sua extensão, tendo em vista que há poucos anos atrás a região sofreu com a estiagem e consequentemente, com a falta de água potável” (Gonçalves et al., 2019).

Em um trabalho de conclusão de curso que analisou as águas de abastecimento do município de Jundiaí-SP desde a nascente (rio Jundiaí-mirim) até a distribuição, Coyado e colaboradores (2019) concluem que os resultados obtidos apontam para a contaminação de recursos hídricos por coliformes termotolerantes em áreas sujeitas à pressão antrópica por parte da atividade pecuária e recomendam a investigação das causas que possam estar originando as inconformidades identificadas. Além disso, os autores enfatizam a necessidade da preservação dos recursos hídricos de forma eficiente na área estudada (Coyado et al., 2019).

Em um trabalho de iniciação científica que analisou as águas para abastecimento humano do Ribeirão Piraí em Cabreúva-SP, publicado como resumo no 23º Congresso de Biólogos do CRBio-01 – CONBIO, Kobayashi e colaboradores afirmam que os parâmetros observados foram semelhantes aos normais, e os dados obtidos apresentaram baixo nível de potencial mutagênico (Kobayashi et al., 2017).

De acordo com Jacobi (2003), a Educação Ambiental abre um espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores e transmissores de um conhecimento para que os discentes adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da interdependência dos problemas e soluções e da importância da

responsabilidade de cada um para construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável. A experiência aqui relatada demonstra que o protagonismo discente é fundamental para um aprendizado significativo no que tange à consciência ambiental.

Considerações finais

A partir da experiência relatada, foi possível concluir que a metodologia adotada atingiu todos os objetivos propostos. A utilização de técnicas de monitoramento ambiental foi bem-sucedida no que concerne à execução das técnicas e à interpretação dos resultados pelos discentes.

Os discentes participaram ativamente da coleta de amostras e das análises realizadas no laboratório e foi possível notar um maior interesse e envolvimento dos mesmos, inclusive nas aulas teóricas. As atividades de biomonitoramento representaram o início da produção científica discente, resultando TCCs e ICs concluídas, bem como resumos apresentados e publicados em congresso e TCCs submetidos para publicação em periódicos.

O desenvolvimento do protagonismo e do senso crítico dos discentes foi fundamental para um aprendizado significativo no que tange à consciência ambiental. O presente relato acrescenta informações à escassa bibliografia sobre métodos e técnicas destinados à Educação Ambiental no Ensino Superior. Em função dos bons resultados obtidos, pretende-se dar continuidade à experiência e ao uso das técnicas de monitoramento aqui relatadas.

Agradecimentos

Aos discentes do curso de graduação em Ciências Biológicas e Biomedicina da UNIP Jundiaí pela autorização de uso das imagens. Ao Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), na figura do prof. Paulo Hilário Nascimento Saldiva e da MSc. Débora-Jâ de Araujo Lobo, pela parceria e pelo treinamento oferecido nas técnicas que utilizaram bioindicadores. Às colegas e parceiras Claudia de

Moura e Luciana Bizeto pelas experiências compartilhadas durante este projeto. Ao IV Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Interdisciplinar e

VII Workshop de Educação Ambiental Interdisciplinar, por ter realizado a divulgação dos resultados preliminares do presente projeto.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas. 2013. **Índice de qualidades das águas**. Portal da qualidade das águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 28 set. 2018.

Brasil. 2005. **Resolução CONAMA n. 357** de 18 de março de 2005. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 28 set. 2018.

Brasil. 2011**. Portaria n. 2914** de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF: Ministério da Saúde. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 28 set. 2018.

Brito, L. D. L.; Amorim, M. C. C.; Leite, W. D. M. 2007. **Qualidade da água para consumo humano**. Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E).

Cabrera, G. L.; Rodriguez, D. M. G. 1999. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant biossays. **Mutation Research**, 426: 211-214.

Carvalho, H. A. 2005. A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes. **Radiologia Brasileira**, 38(6), 459-462.

Coyado, G. A. L.; Gonçalves, G. H.; Moura, C.; Balthazar-Silva, D.; Rocha-Lima, A. B. C. (2019). Análises físico-químicas e microbiológicas de águas de pré e pós-tratamento na cidade de Jundiaí-SP. **Principia** 45(1): 200-207.

Cuchiara, C. C.; Borges, C. D.; Bobrowski, V. L. 2012. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água. **Tecnologia & Ciências Agropecuária**, João Pessoa, 6(1), 33-38.

Cunha, H. F. A.; Lima, D. C. I.; Brito, P. N. F.; Cunha, A. C.; Silveira-Junior, A. F.; Brito, D. C. 2012. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Revista Ambiente e Água**, 7(3).

Gonçalves, G. H.; Bizeto, L.; Moura, C.; Rocha-Lima, A. B. C. (2019). Bioensaio com águas dos Rios Jundiaí e Tietê no município de Salto-SP através do método Trad-MCN. **Unisanta BioScience** 8(1): 71-85.

Jacobi, P. R. 2003. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, (118), 189-205.

Kobayashi, C. E.; Lima, A. B. C.; Bizeto, L.; Moura, C. 2017. Avaliação da qualidade e capacidade mutagênica de águas de riacho situados na serra do Japi, na região do ribeirão Piraí, Cabreúva, SP. In**: 23º Congresso de Biólogos do CRBio-01 – CONBIO**, São Paulo-SP.

Ma, T. H. 1981. *Tradescantia* Micronucleus Bioassay and Pollen Tube Chromatid Aberration Test for in Situ Monitoring and Mutagen Screening. **Environmental Health Perspectives**, 37(1):85-90.

Magalhães, D. P.; Ferrão-Filho, A. 2008. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia brasiliensis**, 12(3), 3.

Marcomin, F. E.; Silva, A. D. V. 2009. A sustentabilidade no ensino superior brasileiro: alguns elementos a partir da prática de educação ambiental na Universidade. **Contrapontos**, 9(2), 104 – 117.

Marinho, W. L. M.; Silva, A. L.; Braga, N. M.; Araújo, J. S.; Oliveira, U. G.; Cotinho, M. P. R. 2016. Análise Físico-Química e Microbiológica da Água tratada na Cidade de Marabá-Pará. In: **56° Congresso Brasileiro de Química**, Belém-PA.

Medina, N. M. A formação dos professores em Educação Ambiental in: **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental** / Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 2001.

Moraes, D. S. D. L.; Jordão, B. Q. 2002. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Revista de Saúde Pública, 36, 370-374.

Oliveira, M. L. 2014**. Utilização de *Tradescantia pallida* como bioindicador de contaminação ambiental ao longo do Rio Iguaraçu, Piauí**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Oliveira-Filho, A. D.; Almeida, R. D.; Mello, J. D.; Gavilanes, M. L. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, 17(1), 67-85.

Reigota, M. Desafios à educação ambiental escolar. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania**: reflexões e experiências. São Paulo: SMA, 1998.

Ritcher, C. A.; Azevedo-Netto, J. M. **Tratamento de água**: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

Sato, M. Formação em Educação Ambiental – da escola à comunidade. in: **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental** / Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 2001.

Torres, L. T. K.; Cruz, Z. F.; Duarte, L. S. C.; Rosa, J. S.; Moura, C.; Bizeto, L.; Carollo, A. B. 2017. Avaliação da qualidade das águas do rio Jundiaí através do monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. In: **23º Congresso de Biólogos do CRBio-01 – CONBIO**, São Paulo-SP.