

INCENTIVO PARA A FORMAÇÃO DE NOVOS TALENTOS COMO DESPERTAR DA VOCAÇÃO CIENTÍFICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017331-341

**Keila Fernanda Soares Hedlund¹,
Elvis Carissimi²,
Henrique Varela Adamy³,
Jéssica Martini¹¹,
Bárbara Werle Nunes¹²**

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar ensaios ecotoxicológicos de acrilamida com a clorófitica *Desmodesmus quadricauda*, incentivando e estimulando o despertar da vocação científica de estudantes do ensino médio. Durante o processo de ensino-aprendizado os alunos do ensino médio realizaram diversas atividades que os envolveram no meio acadêmico, entre as quais se destacam: estudos dirigidos, desenvolvimento de relatório, aulas expositivas, coleta de material para pesquisa a campo, preparo de meio de cultura e execução do experimento ecotoxicológico. Além de propiciar maior interesse dos alunos pela universidade, o ensaio realizado demonstrou efetiva diminuição do crescimento da biomassa algal na presença da acrilamida, evidenciando a importância no monitoramento deste monômero.

Palavras-chave: Alunos do ensino médio. Acrilamida. Ensaio ecotoxicológico.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGC, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: keilahedlund@hotmail.com

² Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: ecarissimi@gmail.com

³ Graduando do Curso de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: hyck16@gmail.com

¹¹ Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: je_m4@hotmail.com

¹² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGC, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: babiwerle@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A poluição ambiental, em especial das águas é resultante principalmente das atividades industriais e agrícolas, incluindo tanto poluentes orgânicos como: detergentes e inseticidas voláteis, quanto inorgânicos: metais pesados, resíduos químicos, além de outros compostos (BRAYNER et al., 2011).

Dentre os poluentes emergentes é possível citar a acrilamida, um monômero solúvel em água, com muitas aplicações químicas e industriais. A acrilamida é utilizada e se faz presente em uma gama de produtos, entre eles se destaca a presença em alimentos, principalmente fritos, assados, torrados, tratados termicamente e/ou cozidos a altas temperaturas (FSA, 2012; MUTTUCUMARU, et al., 2017). A poliacrilamida e seus derivados, são utilizados amplamente na fabricação de cosméticos, aplicações biomédicas e recuperação de óleos (CHMIELARZ et al., 2015). Também é utilizada na fabricação de poços e reservatórios de água, bem como na indústria de plásticos e corantes, além de estar presente no tratamento de esgoto e águas de consumo humano (SOBHI et al., 2017; CHMIELARZ et al., 2015).

Contudo, esse monômero apresenta risco carcinogênico e causa alterações no sistema endócrino dos seres vivos, também denominado de desregulador endócrino (WEISS, 2002). Apesar da utilização da poliacrilamida como floculante no tratamento de água, não há evidências na literatura sobre a detecção da acrilamida nas águas para consumo humano. Assim, o estudo do comportamento da acrilamida como um contaminante ambiental e carcinogênico é de grande valia para a saúde pública (BRASIL, 2013).

Para realizar a análise das alterações toxicológicas esperadas da acrilamida é possível utilizar microalgas como bioindicadores. As microalgas são um dos principais componentes do fitoplâncton e sobrevivem em ambientes com condições adversas. Por essa razão elas têm sido utilizadas no desenvolvimento de biossensores, podendo responder às mudanças críticas em ecossistemas aquáticos (BRAYNER et al., 2011).

A realização de ensaios ecotoxicológico utilizando algas verdes como bioindicadores foi um instrumento utilizado para o incentivo da vocação científica em alunos do ensino médio, incluindo-se em um contexto de educação ambiental. Deste

modo, o presente estudo propiciou a conexão entre a educação básica e a superior, através da investigação conjunta e estudos de causa-efeito, demonstrando de forma prática aos alunos a importância da ciência e tecnologia na descoberta, pesquisa e aprimoramento dos conhecimentos que envolvem questões ambientais.

2 METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em identificar e determinar os efeitos toxicológicos da acrilamida, base de floculante utilizado no tratamento de água, através de ensaio ecotoxicológico utilizando algas verdes como bioindicadores. Primeiramente foi necessária a habituação dos alunos do ensino médio como o tema, para posterior realização do experimento. Deste modo, a primeira etapa do projeto consistiu na integração alunos do ensino médio e do ensino superior, com o projeto de pesquisa, desde sua concepção, estudo e aplicação de metodologia específica.

Durante todo o período de execução do projeto foi realizada revisão de literatura, por parte da equipe executora e dos alunos participantes, abrangendo os seguintes temas: estudo sobre microalgas; tratamento de água; efeitos ecotoxicológicos; e bioindicadores/bioensaios. Com o intuito de fomentar o interesse e consolidar os conceitos apreendidos, foi fornecido material complementar para os alunos do ensino médio como: apostilas, periódicos, textos sobre os temas, entre outros. Como forma de aprimorar e consolidar os conhecimentos, também foi solicitado que os alunos realizassem relatórios das atividades executadas e revisão sobre temas específicos.

As atividades teóricas e práticas experimentais foram realizadas nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em salas de aula, nos laboratórios e em saídas a campo no pátio da universidade. Foram realizados encontros quinzenais com intuito de envolver os estudantes no meio acadêmico, estimulando a vocação científica dos mesmos. Foram ministradas aulas expositivas e palestras, destacando temas sobre: a classificação e importância das algas; qualidade da água; técnicas de tratamento da água para abastecimento humano; e normas de segurança para utilização de laboratório.

A Figura 1 ilustra a realização de uma aula expositiva, onde foi apresentada a importância da preservação dos recursos hídricos; os parâmetros de qualidade

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 331-341, out./dez. 2017.

da água; o funcionamento e reagentes utilizados em estação de tratamento de água (ETA). Neste mesmo encontro também foi demonstrado, através de equipamentos, como devem ser realizadas as análises em campo de parâmetros como: pH, turbidez, cor, oxigênio dissolvido e temperatura.

Figura 1 – Aula expositiva realizada com alunos do ensino médio.



Fonte: Do autor.

Os alunos do ensino médio e acadêmicos desta pesquisa visitaram a 29ª Jornada Acadêmica Integrada da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brasil. Com o intuito de participar das apresentações orais e de pôsteres, de modo a estabelecer contato com os autores ou outros alunos pesquisadores e assim despertar o interesse pelo horizonte científico.

A primeira atividade realizada em laboratório teve como objetivo estimular o interesse dos alunos e ampliar o conhecimento sobre microalgas, principalmente sobre os aspectos biológicos das algas, tais como classificação e formas de desenvolvimento. Os alunos analisaram e identificaram, através de microscópio óptico, diferentes gêneros de microalgas (*Desmodesmus sp.*; *Ankistrodesmus sp.*; *Kirchneriella sp.*; *Synechococcus sp.*). Estes organismos eram mantidos em meio de cultura estoque (Water Culture – WC), em pH 7,0, incubados em refrigerador à temperatura abaixo de 10°C.

Figura 2 – Identificação de diferentes gêneros de microalgas, em microscópio óptico, pelos alunos do ensino médio.



Fonte: Do autor.

Na etapa de campo foi coletada amostra *in natura* de fitoplâncton em um açude localizado no Campus da UFSM, em Santa Maria (RS). Além do fitoplâncton também foi coletado a água do próprio açude como fonte de amostra. Após a coleta foram determinados em laboratório os seguintes parâmetros: temperatura ambiente; pH; turbidez e; cor aparente. Todas as análises seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2012). Também foram identificadas as microalgas presentes no fitoplâncton coletado.

Nos encontros seguintes se deu início aos ensaios ecotoxicológicos com a clorofícea *Desmodesmus quadricauda* utilizando acrilamida. Inicialmente, realizou-se o preparo do meio de cultura Water Culture – WC, para algas verdes. Neste encontro foi destacada a importância da presença de macro e micro nutrientes para o desenvolvimento sadio das microalgas. Os ensaios ecotoxicológicos seguiram a metodologia descrita por Nunes (2014). Todo o experimento foi realizado em triplicata em câmara de Fluxo laminar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos conduzidos possibilitaram, entre outros, o entendimento didático sobre microalgas, funcionamento e produtos químicos utilizados em ETAs e, bioensaios, principalmente referentes a ensaios ecotoxicológicos com a clorofícea *Desmodesmus quadricauda*. As atividades realizadas, gerenciadas pela equipe executora, possibilitaram aos alunos a aplicação de conceitos de biologia e química, além de noções de cálculo dentro do contexto do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Foi notório o empenho e aumento do conhecimento dos alunos do ensino médio no decorrer do projeto, os quais demonstraram interesse com temas referentes à preservação dos recursos hídricos, microalgas, bioindicadores e ensaios ecotoxicológicos. Desta forma, sendo estimulada a vocação científica e curiosidade pelos cursos de Engenharia, em especial o curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

A realização das aulas expositivas propiciou aos alunos maior compreensão das atividades práticas realizadas, assim como aumento do conhecimento referente ao tema estudado e conseqüentemente melhor assimilação das informações. Indagações e perguntas por parte dos alunos durante as aulas expositivas comprovaram o interesse dos mesmos.

Na aula expositiva que deu enfoque a importância da preservação dos recursos hídricos, parâmetros de qualidade da água e funcionamento das ETAs, os alunos do ensino médio, além de outras informações, apreenderam quais são e como são utilizados os reagentes no processo de coagulação e floculação. Compreendendo assim, como é empregado o floculante a base de poliacrilamida no tratamento da água de abastecimento. Além de adquirirem noções básicas do funcionamento das ETAs, entendendo os processos pelos quais a água passa até chegar aos pontos de utilização nas residências.

No decorrer do projeto os alunos foram motivados a desenvolver trabalhos referentes aos conhecimentos aprendidos. Na visitação à 29ª Jornada Acadêmica Integrada da UFSM os alunos do ensino médio puderam conhecer trabalhos de diferentes enfoques no meio acadêmico, sendo que cada aluno produziu resumo sobre um dos trabalhos apresentado no evento.

Após primeira atividade prática realizada no laboratório se pôde perceber o entusiasmo por parte dos alunos despertados pelo interesse referente às microalgas. Essa atividade envolveu profundamente os alunos no ambiente acadêmico já que eles visualizaram a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos anteriormente. Nesta prática laboratorial, além da identificação de diferentes gêneros de algas, os alunos também apreenderam como manipular um microscópio óptico. Posterior a este encontro os alunos se disseram satisfeitos por entrar em contato com o meio acadêmico e participar das atividades que estimulam e aprimoram seus conhecimentos.

No encontro em que ocorreu a coleta de fitoplâncton e água no açude da universidade foi demonstrado aos alunos a rotina de campo, maneira correta de coleta e armazenamento de amostras, além das práticas laboratoriais necessárias para análise das mesmas. As saídas a campo além estimular os alunos, também podem ser tomadas como estratégia de ensino de ciência na problematização dos conteúdos (CAMPOS, 2012). Nos resultados apresentados na Tabela 1 pode-se perceber que a cor e turbidez tiveram valores elevados, dificultando a passagem de luz e conseqüentemente desenvolvimento de indivíduos fitoplânctônicos. Dos microrganismos identificados, por microscópio ótico e comparação em bibliografia clássica: *Ceratium* (Dinoflagelado) era uma espécie invasora, as demais espécies eram cosmopolitas, pertencentes à classe das *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Crisophyta* e *Cyanophyta*.

Tabela 1 – Resultado dos parâmetros analisados.

ParâmetrosAnalisados	Resultados
pH	7,1
Turbidez	20,8 NTU
Cor aparente	246,6 uC
Temperatura ambiente	25 °C
Microrganismos identificados por Microscopia Ótica*	<i>Dinoflagelado, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Crisophyta e Cyanophyta</i>

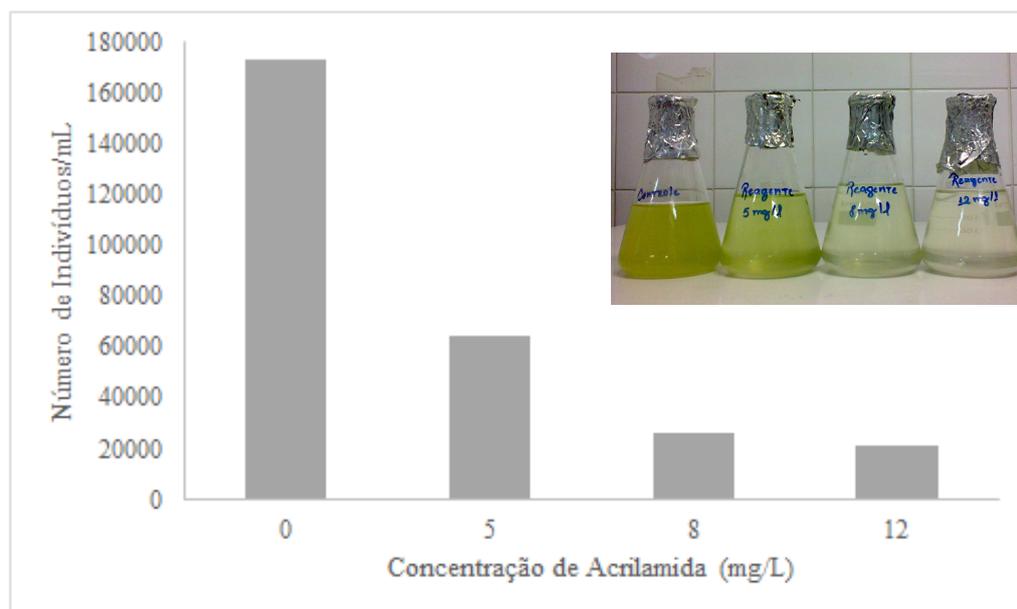
*Microscópio Ótico Eclipse E100

No encontro onde se preparou o meio de cultura e se iniciou o experimento ecotoxicológico, solicitou-se que cada aluno realizasse uma pesquisa bibliográfica sobre macro e micro nutrientes, os quais são essenciais para o desenvolvimento

das microalgas. O ensaio ecotoxicológico com a clorófitica *Desmodesmus quadricauda* utilizando acrilamida, base da poliacrilamida empregada no tratamento de água para consumo humano, apresentou nítida diminuição do crescimento da biomassa algal com o aumento da concentração de acrilamida (Figura 3). Assim, evidenciando o efeito adverso do monômero no desenvolvimento de organismos fitoplanctônicos, representantes da base da cadeia alimentar.

Como mostra a Figura 3, com o aumento da concentração de acrilamida o número de indivíduos por mL de *Desmodesmus quadricauda* diminuiu consideravelmente, com uma concentração de 0 mg/L (controle) houve presença de 173.000 ind./mL, já com uma concentração de 5 mg/L de acrilamida a concentração foi de 64.500 ind./mL, correspondendo uma diminuição de aproximadamente 63% da biomassa algal. Para uma concentração de 12 mg/L de acrilamida a diminuição do crescimento comparado com o controle foi severa, sendo de 92% (com 20.875 ind./mL). Já para uma concentração de 8 mg/L a diminuição também foi elevada, apresentado diminuição do crescimento algal com relação ao controle de 85% (com 26.500 ind./mL).

Figura 3 – Relação do Número de Indivíduos por mL em diferentes concentrações de acrilamida.



Fonte: Do Autor.

Os resultados do experimento mostram uma redução de mais de 60% da espécie estudada frente à acrilamida a 5 mg/L, confirmando a sua toxicidade. Servindo de alerta para o monitoramento da substância em mananciais e água de abastecimento que utilizam floculantes à base deste composto. No trabalho desenvolvido por Nunes (2014) a autora ressalta que os efeitos negativos da acrilamida em *Desmodesmus quadricauda* são importantes do ponto de vista ecotoxicológico, pois demonstram ser uma ameaça potencial ao equilíbrio dos ecossistemas aquáticos que podem ser afetados pela presença dessa substância.

Este estudo propiciou também o envolvimento dos alunos do ensino médio em uma série de atividades práticas, que é de certa forma uma antecipação da vivência do Engenheiro Sanitarista e Ambiental, na pesquisa aplicada a ensaios ecotoxicológicos. Para consolidar o conhecimento apreendido os alunos também elaboraram relatório da prática experimental.

4 CONCLUSÕES

Em síntese, as atividades realizadas compreenderam: estudos dirigidos; desenvolvimento de relatório por parte dos alunos; aulas expositivas; saídas a campo; preparo do meio de cultura; execução do experimento ecotoxicológico e análise dos resultados por meio de contagem celular.

O projeto também propiciou que em cada encontro os alunos despertassem interesse pelo estudo realizado, evidenciando a relevância em incentivar interações entre os alunos do ensino médio e o meio acadêmico; não apenas para gerar interesse por um curso de graduação específico, mas também para gerar o interesse dos jovens pela busca por conhecimento, ingresso no meio acadêmico e pesquisa científica. Quanto maior e mais próximo o contato dos jovens com a ciência, maior poderá ser o desenvolvimento tecnológico das futuras gerações.

A determinação dos efeitos toxicológicos da acrilamida através de bioensaios com *Desmodesmus quadricauda*, confirmam a necessidade do monitoramento desta substância, devido sua potencialidade em causar efeitos adversos a este gênero e outros organismos fitoplânctônicos. Além de ser um potencial dano a outros seres vivos, já que a acrilamida causa efeito em organismos representantes da base da cadeia alimentar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as bolsas CAPES aos docentes do ensino médio e a FAPERGS pelas bolsas dos alunos do ensino médio e recursos financeiros provenientes do Edital Picmel/2013 (0337-2551/14-3). Também agradecem ao auxílio financeiro da UFSM e das bolsas de extensão promovidas anualmente pelo FIEEX (Fundo de Incentivo à Extensão).

INCENTIVE FOR THE FORMATION OF NEW TALENTS AS THE SCIENTIFIC VOCATION AWAKENING AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT

This project had as goal to do ecotoxicological acrylamide assays with *Desmodesmus quadricauda* chlorophyceae, encouraging and stimulating the awakening of scientific vocational high school students. During the teaching-learning process the high school students did various activities that involved them in the academic field, among which are: directed studies, report development, expository classes, collection of field research material, culture medium preparation and execution of ecotoxicological experiment. Besides contributing to increase the interest of students by university, the test accomplished demonstrated effective decrease of algal biomass growth in the presence of acrylamide, highlighting the importance in monitoring these monomers.

Keywords: High school students. Acrylamide. Ecotoxicological assays

REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 22 ed., Washington: APHA-AWWA-WEF, 2012. 733 p.

BRASIL. **Chamada Pública Fapergs/Capes 15/2013. Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL.** R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 331-341, out./dez. 2017.

Projeto: Estudo de contaminantes emergentes em águas como uma forma de incentivo de formação de novos talentos com o despertar da vocação científica em alunos do ensino médio de escolas públicas do Rio Grande do Sul.

BRAYNER, R.; COUTÉ, A.; LIVAGE, J.; PERRETTE, C.; SICARD, C. Micro-algal biosensors. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 401, p. 581-597, 2011.

CAMPOS, C. R. P. A saída a campo como estratégia de ensino de Ciências: Reflexões Iniciais. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 01, n. 02, p. 25-30, 2012.

CHMIELARZ, P.; PARK, S.; SIMAKOVA, A.; MATYJASZEWSKI, K. Electrochemically mediated ATRP of acrylamides in water. **Polymer**. v. 60, p.302 - 307, 2015.

FSA (Food Standard Agency), online (2012). A Rolling programme of surveys on process contaminants in UK retail foods. Acrylamide & Furan: Survey 4. **Food Survey information sheet**, n. 2/12, p. 47. URL <<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acrylamide-furan-survey.pdf>> Accessed 09.04.17.

MUTTUCUMARU, N.; POWERS, S. J.; ELMORE, J. S.; DODSON, A.; BRIDDON, A.; MOTTRAM, D. S.; HALFORD, N. G. Acrylamide-forming potential of potatoes grown at different locations, and the ratio of free asparagine to reducing sugars at which free asparagine becomes a limiting factor for acrylamide formation. **Food Chemistry**. v. 220, p. 76 - 86, 2017.

NUNES, B. W. **Análise Ecotoxicológica da acrilamida utilizando uma microalga como organismo indicador**. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SOBHI, H. R.; GHAMBARIAN, M.; BEHBAHANI, M.; ESRAFILI, A. Application of modified hollow fiber liquid phase microextraction in conjunction with chromatography-electron capture detection for quantification of acrylamide in waste water samples at ultra-trace levels. **Journal of Chromatography A**. v. 1487, p. 30 - 35, 2017.

WEISS, G. Acrylamide in food: Uncharted Territory. **Science**, v. 297, p. 27, 2002.