

Efeitos de lâmpadas, com diferentes comprimentos de onda, sobre o molusco gastrópode *Physa acuta*

Effects of lamps, with different wavelengths, on the gastropod mollusk *Physa acuta*

Efectos de lámparas, con diferentes longitudes de onda, sobre el molusco gasterópodo *Physa acuta*

Recebido: 24/06/2022 | Revisado: 04/07/2022 | Aceito: 10/07/2022 | Publicado: 18/07/2022

Afonso Pelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8279-2221>
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
E-mail: afonso.pelli@uftm.edu.br

Flávia Manfré dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4322-2637>
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
E-mail: flamanfre@gmail.com

Sueli Aparecida dos Santos Abrão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2474-6352>
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
E-mail: sueli.aparecida.santos@uftm.edu.br

Paulo Ricardo da Silva Camargo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2089-4905>
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
E-mail: ricarduber@hotmail.com

Newton Pimentel Ulhôa Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5040-9566>
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: newtonulhoa@gmail.com

Paulo Santos Assis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0874-4162>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: assis@ufop.edu.br

Resumo

O molusco gastrópode *Physa acuta* é conhecido por ser uma espécie invasora. Espécies exóticas ocasionam danos econômicos, sociais e biológicos nos ecossistemas. Em virtude de suas características, incluindo a história de vida, estratégia reprodutiva e potencial biótico, essas populações crescem de forma a prejudicar o ambiente no qual invadiram. Tendo em vista a importância desses moluscos, foi realizado um experimento em laboratório para verificar o efeito de lâmpadas, com diferentes comprimentos de onda, sobre o molusco *Physa acuta*. O objetivo foi verificar a viabilidade dos organismos nas condições experimentais, com diferentes lâmpadas de diferentes comprimentos de onda. As lâmpadas utilizadas foram luz branca morna, luz branca fria, UVC e UVA, além do Grupo Controle, que recebeu luz natural. Para os Grupos expostos a Luz Branca Fria e Ultravioleta A, o desempenho de *Physa acuta* foi inferior aos grupos Controle e Luz Branca Morna, porém bem superior ao grupo Ultravioleta C, que apresentou 100% de mortalidade em apenas uma semana.

Palavras-chave: Espécies invasoras; Efeito biológico da luz; Controle de espécies exóticas; Luz ultravioleta.

Abstract

The gastropod mollusk *Physa acuta* is known to be an invasive species. Exotic species cause economic, social and biological damage to ecosystems. Due to their characteristics, including life history, reproductive strategy and biotic potential, these populations grow in a way that harms the environment in which they invaded. Considering the importance of these molluscs, an experiment was carried out in the laboratory to verify the effect of lamps, with different wavelengths, on the mollusk *Physa acuta*. The objective was to verify the viability of organisms under experimental conditions, with different lamps of different wavelengths. The lamps used were warm white light, cold white light, UVC and UVA, in addition to the Control Group, which received natural light. For the groups exposed to Cold White Light and Ultraviolet A, the performance of *Physa acuta* was lower than the Control and Warm White Light groups, but much higher than the Ultraviolet C group, which presented 100% mortality in just one week.

Keywords: Invasive species; Biological effect of light; Control of exotic species; Ultraviolet light.

Resumen

Se sabe que el molusco gasterópodo *Physa acuta* es una especie invasora. Las especies exóticas causan daños económicos, sociales y biológicos a los ecosistemas. Debido a sus características, que incluyen la historia de vida, la

estrategia reproductiva y el potencial biótico, estas poblaciones crecen de manera que dañan el medio ambiente en el que invadieron. Considerando la importancia de estos moluscos, se realizó un experimento en laboratorio para verificar el efecto de lámparas, con diferentes longitudes de onda, sobre el molusco *Physa acuta*. El objetivo fue verificar la viabilidad de los organismos en condiciones experimentales, con diferentes lámparas de diferentes longitudes de onda. Las lámparas utilizadas fueron luz blanca cálida, luz blanca fría, UVC y UVA, además del Grupo Control, que recibió luz natural. Para los grupos expuestos a Luz Blanca Fría y Ultravioleta A, el rendimiento de *Physa acuta* fue menor que los grupos Control y Luz Blanca Cálida, pero muy superior al grupo Ultravioleta C, que presentó un 100% de mortalidad en tan solo una semana.

Palabras clave: Especies invasoras; Efecto biológico de la luz; Control de especies exóticas; Luz ultravioleta.

1. Introdução

O Filo Mollusca possui mais de 250.000 espécies (Klein *et al.*, 2019), constituindo um dos maiores grupos de diversidade de invertebrados, perdendo apenas para os Artrópodes. As Classes Gastropoda, Bivalvia e Cephalopoda são as principais e possuem elevado valor econômico, incluindo a alimentação humana, produção de joias, importância médica, veterinária, além de possuírem algumas espécies invasoras, que trazem prejuízos à economia, bem como desequilíbrio na cadeia alimentar (Camargo *et al.*, 2021a; Camargo *et al.*, 2022a; Klein *et al.*, 2019).

Alguns moluscos se destacam nesse cenário, como os representantes do Gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 (Planorbidae) e os bivalves *Corbicula* Megerle von Mühlfeld, 1811 (Corbiculidae) e *Limnoperna* Rochebrune, 1882 (Mytilidae) (Camargo *et al.*, 2021b; Latini *et al.*, 2016).

Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) tem ocasionado elevados danos econômicos, comprometendo plantas industriais que utilizam água *in natura*. Dentre essas as mais comprometidas são as plantas de usinas hidroelétricas, encarecendo a produção, e condicionando dano de milhões de dólares anualmente (Perepelizin & Boltovskoy, 2014; Amo *et al.*, 2021).

Alguns moluscos possuem elevada capacidade reprodutiva, como o *Physella acuta* (Draparnaud, 1805), sinônimo de *Physa acuta* Draparnaud, 1805, um molusco exótico (Gonzalo *et al.*, 2020). Como resultado do potencial biótico vêm apresentando expansão da área de distribuição geográfica (Camargo *et al.*, 2021c). Desta forma, tornam-se importantes estudos que visem o controle dessa espécie e, o uso de luz ultravioleta têm sido uma alternativa no controle de invasores (Oliveira; *et al.*, 2017).

Physa acuta é um molusco gastrópode hermafrodita. Sua reprodução se dá mais de uma vez por ano. Ocorre em diferentes tipos de ambientes, mas prefere águas com baixa turbidez, pH alcalino e temperaturas elevadas (Saraiva *et al.*, 2018).

Dentre as variáveis abióticas, a luz é um importante componente. Esta apresenta vários comprimentos de ondas com energia, cor e comportamento peculiar. Segundo Relyea e Ricklefs (2021) as propriedades da luz que interferem nos organismos aquáticos são intensidade, duração e espectro. As radiações ultravioletas – conhecidas como UVA (comprimento de onda de 315 a 400 nm), UVB (comprimento de onda na faixa de 280 a 315 nm) e UVC (comprimento de onda entre 100 e 280 nm), com baixo comprimento de onda e muita energia, possuem maior potencial de penetração nos tecidos, podendo ocasionar danos permanentes (Camelo & Kellermann, 2021).

A luz no comprimento de onda UV possuiu efeitos conhecidos em humanos, tais como mutações, envelhecimento precoce, manchas na pele, câncer de pele ou queimaduras (Mullenders, 2018). Esse princípio é utilizado quando se deseja matar microrganismos em superfícies ou mesmo em ambientes aquáticos. Essa ideia é utilizada na microbiologia e em outros campos, como pisciculturas, aquarofilia e controle de pragas (Oliveira, 2013).

Considerando o interesse em abordagens experimentais, que visam o controle de moluscos (Camargo *et al.*, 2022b; Camargo *et al.*, 2022c; Miyahira *et al.*, 2021; Olson & Barbieri, 2014); alguns estudos utilizam lâmpadas UV em laboratório (Perepelizin & Boltovskoy, 2014).

O objetivo do presente estudo foi verificar taxa de mortalidade diferenciada nos tratamentos: lâmpada visível fluorescente compacta branca fria; lâmpada visível fluorescente compacta branca morna; lâmpada fluorescente compacta UV A; lâmpada fluorescente tubular UV C; além da luz natural, como controle, sobre os moluscos.

2. Metodologia

Para esta pesquisa quantitativa foi realizado experimento em laboratório. Foram coletados 20 animais da espécie *Physella acuta* (Draparnaud, 1805) de diferentes tamanhos no Rio Grande, no Município de Água Comprida/MG (Figs 1 e 2).

Figura 1. Localização geodésica do local de coleta de *Physa acuta*, em Água Comprida/MG, em janeiro de 2021.



Fonte: Google Maps®.

Figura 2. Visão parcial do local de amostragem de *Physla acuta*, em Água Comprida/MG, em janeiro de 2021.



Fonte: Acervo pessoal.

Após a coleta, os animais foram transferidos para o Biotério Nico Nieser, do Laboratório da Disciplina de Ecologia & Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Os animais foram mantidos em aquários de 20 litros, com aeração constante e alimentação *ad libitum*.

A criação do animal ocorreu de forma produtiva durante cinco meses. Foram alimentados com ração de peixe da Guabi® para alevinos 55% de proteína bruta e pequenas parcelas de alface. Após esse período, foram selecionados 20 animais com 1 cm de comprimento total (Figura 3) e, 20 exemplares com aproximadamente 0,5 cm.

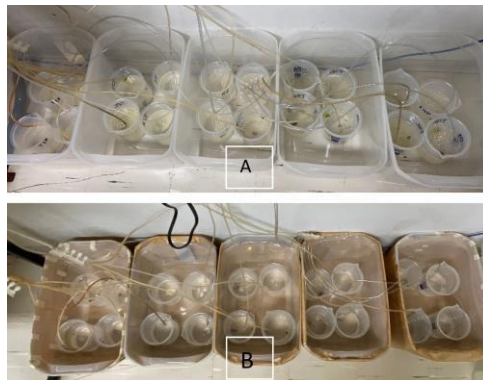
Figura 3. Exemplar de *Physella acuta* (Draparnaud, 1805), proveniente do Biotério Nico Nieser, do Laboratório da Disciplina de Ecologia & Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).



Fonte: Acervo pessoal.

Os animais foram dispostos em 5 grupos de 4 aquários cada, sendo 2 moluscos de diferentes tamanhos para cada aquário (Figura 4a), com capacidade de 1L, parcialmente cheios com 60% da capacidade total. Após três dias de montagem do sistema, os animais foram transferidos e, após três dias, para aclimação, teve início o experimento. Os grupos de aquários foram individualmente envolvidos por papel pardo com sistema de aeração mecânica com sopradores isento de óleo e pedra porosa (Figura 4b).

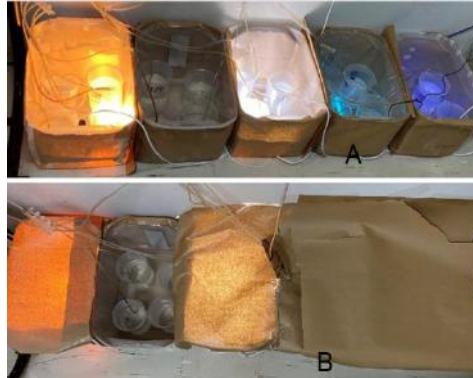
Figura 4. Aquários utilizados para manter exemplares de *Physella acuta* (Draparnaud, 1805), provenientes do Biotério Nico Nieser, do Laboratório da Disciplina de Ecologia & Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.



Fonte: Acervo pessoal.

Em cada grupo de aquários foi disposta uma lâmpada com distinto comprimento de onda, contudo as potências se assemelhavam. Foram utilizados grupo controle com luz ambiente e os tratamentos: luz branca morna, luz branca fria, UVC e UVA (Figura 5). Posteriormente, os aquários foram cobertos por papel pardo a fim de minimizar interferência externa, evitar vazamento de luz e preservar os transeuntes. O fotoperíodo utilizado foi de 12 horas claro/escuro, durante 3 semanas.

Figura 5. Aquários utilizados para manter exemplares de *Physella acuta* (Draparnaud, 1805), durante experimento no Laboratório da Disciplina de Ecologia & Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Da esquerda para a direita, luz branca morna, grupo controle com luz ambiente, luz branca fria, luz UVC e luz UVA. Em “A” montagem do experimento e “B” após cobertura dos aquários.



Fonte: Acervo pessoal.

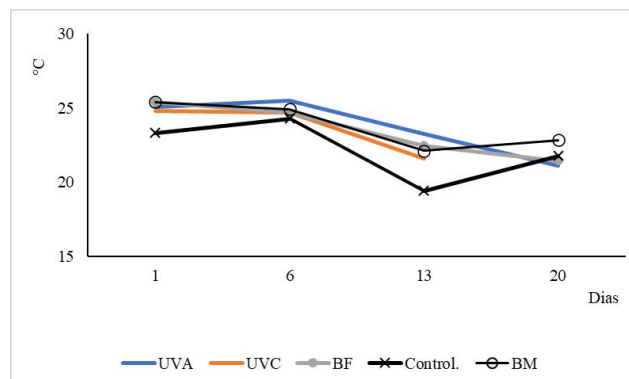
Foram mensurados os parâmetros físico-químicos da água: temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxi-redução. A análise foi realizada com o auxílio de uma sonda multiparâmetro da Horiba®, modelo U50. As análises físico-químicos foram realizadas nos dias 28 de maio de 2021; 02, 09 e 16 de junho de 2021, sempre no mesmo horário.

3. Resultados e Discussão

A manutenção e reprodução dos animais ocorreu de forma satisfatória, validando a possibilidade de cultivo de exemplares de *Physella acuta* em laboratório, sem controle de variáveis ambientais e com poucos recursos. Foi utilizado o sistema semi-intensivo, fornecendo apenas aeração e alimentação de qualidade. A espécie se mostrou de fácil manejo e cultivo.

O tratamento com Luz Branca Morna apresentou valor médio de temperatura da água um pouco mais elevado que os demais grupos. No outro extremo, o grupo Controle apresentou menores valores, provavelmente em função da temperatura ambiente, por não estar fechado com papel e por não ter uma lâmpada, que funciona como aquecedor. Porém, a variação absoluta de 1,6°C dos valores foi baixa e, provavelmente com pouco significado biológico (Figura 6).

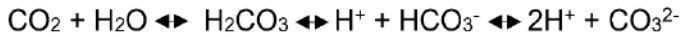
Figura 6. Variação temporal dos valores de temperatura nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

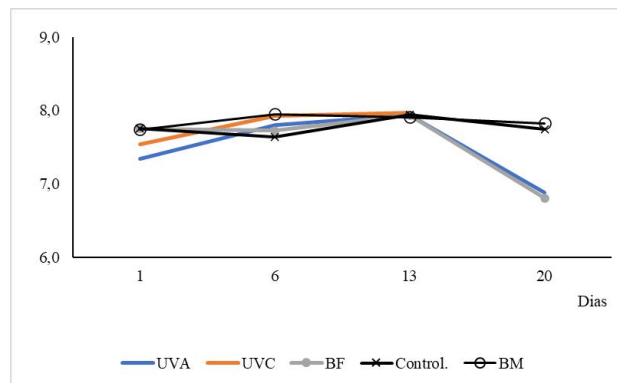
Observou-se variação de 0,4 unidades de pH entre os tratamentos. O menor valor médio foi observado no tratamento com Luz Branca Fria e, a maior média na Luz Branca Morna. Apesar da diferença absoluta ser pequena, como o pH é medido em escala logarítmica, pequenas variações podem apresentar significado biológico (Figura 7).

Os autores atribuem essa diferença à produção primária autóctone. A Luz Branca Fria foi a que menos favoreceu a produção primária, ao passo que a Luz Branca Morna propiciou as melhores condições. Os ambientes aquáticos, possuem um equilíbrio dinâmico das concentrações dos íons H^+ , conforme a equação apresentada a seguir:



À medida que a produção primária aumenta, o CO_2 é retirado do meio, deslocando a equação para a esquerda. A redução dos íons H^+ condiciona a elevação dos valores de pH. Por outro lado, a respiração libera CO_2 no meio, deslocando a equação para a direita e consequente acidificação do meio.

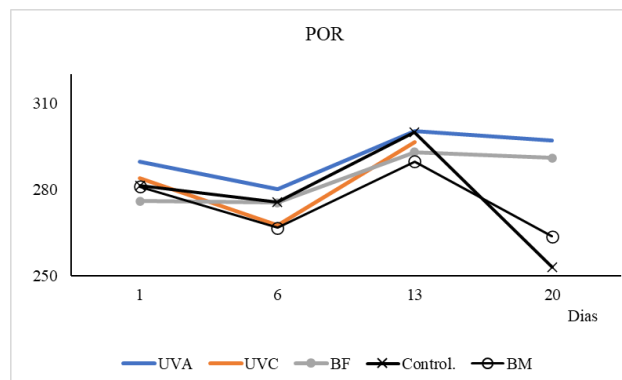
Figura 7. Variação temporal dos valores de pH nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Para a variável Potencial de Oxidação-Redução (Fig. 8), os valores foram próximos e não apresentaram elevadas variações. O Grupo que utilizou Luz Branca Morna foi a que apresentou menores valores médios. Esses dados são compatíveis com os valores de pH, indicando que no presente experimento, o grupo que comportamento mais próximo a sistemas naturais foi o Grupo que utilizou Luz Branca Morna.

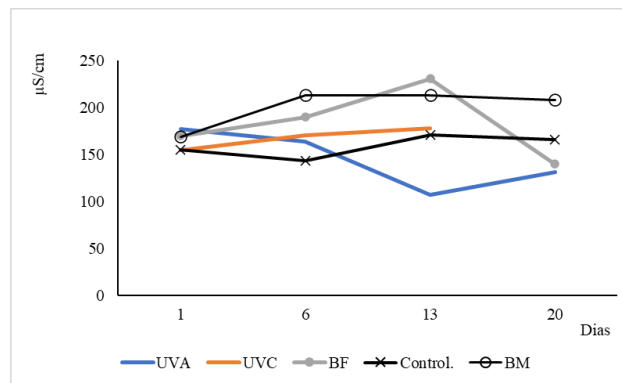
Figura 8. Variação temporal dos valores de Potencial de Oxidação-Redução nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

A condutividade elétrica apresentou ordem de grandeza semelhante em todos os tratamentos. Entretanto, no tratamento que utilizou Luz Branca Morna observou-se valor um pouco maior que os demais, seguido pelo tratamento com Luz Branca Fria. Os autores acreditam que a variação seja fruto da produção primária e atividade fotossintética, que pode alterar os padrões de condutância do meio (Figura 9).

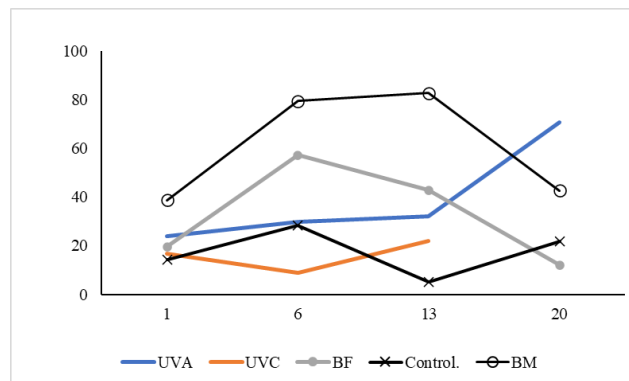
Figura 9. Variação temporal dos valores de condutividade elétrica nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Os Grupos Controle e UVC foram os que apresentaram menores valores de turbidez. Bem provavelmente por terem sido os menos favoráveis à produção primária. Os maiores valores de turbidez provavelmente são atribuídos ao plâncton. A hipótese reforça a ideia de que o tratamento que utilizou Luz Branca Morna foi o que apresentou condições mais favoráveis às comunidades planctônicas (Figura 10).

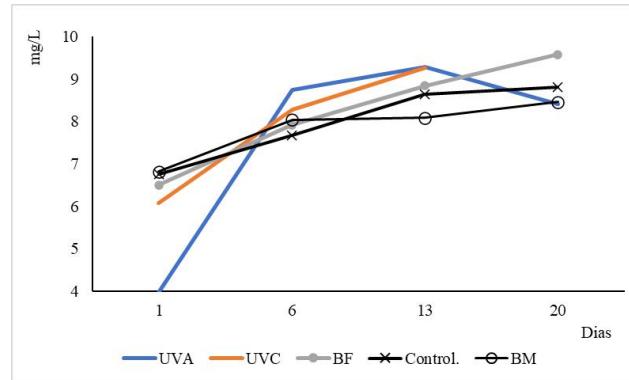
Figura 10. Variação temporal dos valores de turbidez nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Os valores de oxigênio dissolvido foram semelhantes nas unidades experimentais. Com exceção do baixo valor no primeiro dia para o tratamento com Luz Ultravioleta A, os demais aquários e dias apresentaram valores bem semelhantes, com variações bem pequenas e sem significado (Figura 11). Durante todo o experimento, os valores foram adequados a manutenção da vida aquática e, provavelmente, não interferiram nos resultados e, nem tão pouco foram fruto dos tratamentos.

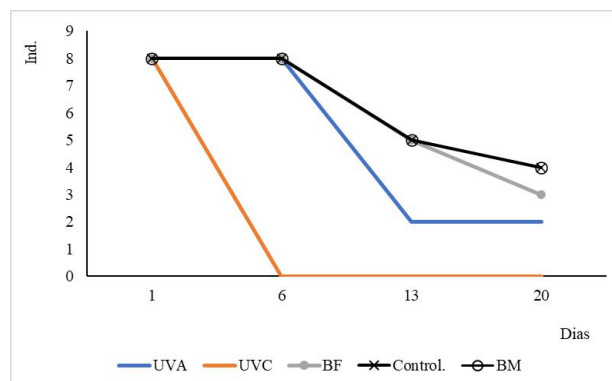
Figura 11. Variação temporal dos valores de oxigênio dissolvido nos aquários experimentais utilizados para manter exemplares de *Physella acuta*. Os tratamentos foram luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Quanto aos organismos experimentais, observou-se 100% de mortalidade no grupo que recebeu lâmpada fluorescente compacta UV C, com apenas uma semana de exposição. O Grupo Controle e o Grupo com Luz Branca Morna foram os que apresentaram maiores taxas de sobrevivência, com média de 50% após três semanas. O Grupo de Luz Branca fria apresentou média de sobrevivência de 37,5% e o Grupo com Luz Ultravioleta A sobrevivência de 25% (Figura 12).

Figura 12. Variação temporal da sobrevivência média de exemplares de *Physella acuta* expostos as lâmpadas com luz UVA, luz UVC, luz branca fria, controle e luz branca morna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

A Tabela 1 apresenta os valores de “p” para a análise de variância entre os tratamentos.

Tabela 1. Valores de “p” para a análise de variância entre os tratamentos UVA, UVC, Branca Morna e luz Branca Fria.

	UVA	UVC	Branca Morna	Branca Fria
Controle	46,8	5,0*	1,00	62,0
UVA		35,6	35,6	67,0
UVC			0,00*	2,4*
Branca Morna				35,6

* - indica valor estatisticamente significativo ao nível de 5%. Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Os dados indicam que o tratamento com Lâmpada Ultra Violeta C foi estatisticamente diferente dos tratamentos Controle, Branca Morna e Branca Fria. Apenas pra o tratamento com Lâmpada Ultra Violeta A não foi significativo o tratamento.

Os resultados são compatíveis com a literatura. A taxa de mortalidade no grupo com lâmpada UVC era esperada. A radiação UVC possuiu elevado potencial de ionização nos seres vivos. Porém, a elevada taxa de mortalidade, em intervalo de tempo de apenas uma semana, foi superior ao esperado.

Algumas espécies ditas “vagabundas” apresentam elevado potencial biótico, o que aliado a outras características, como falta de predadores, maturidade sexual precoce e poucos requerimentos de qualidade de habitat, propiciam elevado potencial biótico e crescimento populacional (Diamond, 1974). A importância dessas espécies é maior quando comprometem a sustentabilidade; seja ela econômica, social, cultural ou ambiental. Este pode ser o caso de algumas espécies invasoras, como o *Physa acuta*.

A luz apresenta comprimentos de luz distintos, com energia, cores e comportamento peculiar. As radiações ultravioletas, com baixo comprimento de onda e muita energia, possuem maior potencial de penetração nos tecidos, podendo ocasionar danos permanentes. Possuem efeitos conhecidos em humanos, tais como manchas na pele, câncer de pele e queimaduras. Pelo efeito de esterilização, este princípio é utilizado na microbiologia, em pisciculturas, aquarofilia e controle de pragas. Em moluscos, há estudos para controle de algumas espécies através de lâmpada UV em laboratório (Perepelizin, Boltovskoy, 2014).

4. Conclusão

A Luz Branca Morna apresentou comportamento semelhante ao grupo Controle, não apenas para as características físico-químicas da água, mas também para os organismos experimentais, com a mesma taxa de sobrevivência.

Para os Grupos expostos a Luz Branca Fria e Ultravioleta A, o desempenho de *Physella acuta* foi inferior, porém bem superior ao Grupo Ultravioleta C, que apresentou 100% de mortalidade em apenas uma semana.

Concluindo, pode-se afirmar que o uso de luz na faixa de comprimento do Ultravioleta C tem potencial para auxiliar no controle de organismos aquáticos.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimentos ao Instituto de Ciências Biológicas e Naturais da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelas facilidades concedidas. Ao Projeto de P&D UFOP/ANEEL GT-604, pelo provimento de bolsa e apoio financeiro e, ao Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas.

Referências

- Amo, V. E., Erandes-Silva, J., Moi, D. A., & Mormul, R. P. (2021). Hydrological connectivity drives the propagule pressure of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in a tropical river-floodplain system. *Hydrobiologia*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04543-8>
- Camargo, P. R. S., Barreiros, L. F. G., Barbosa, N. P. U., Cardoso, A. V., Assis, P. S., & Pelli, A. (2021a). Estado atual de conhecimento das principais características dos Moluscos. *Brazilian Journal of Development*, 7, 40950-40963. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-519>
- Camargo, P. R. S., Neves, N. M., Anjos, M. R., Barbosa, N. P. U., Cardoso, A. V., Assis, P. S., & Pelli, A. (2021b). Pode o mexilhão dourado reproduzir em laboratório? *CONJECTURAS*, 21, 1-16. <https://doi.org/10.53660/CONJ-307-301>
- Camargo, P. R. S., Faria, J. C. N., Silva, M. F., Sampaio, T. M., Filho, C. R. M., Fernandes, G. H. M., Neves, N. M., Anjos, M. R., Barbosa, N. P. U., Assis, P. S., Cardoso, A. V., & Pelli, A. (2021c). Toxicidade do glifosato em *Physa acuta* Draparnaud, 1805, em condições não controladas de laboratório. *INTERAÇÃO (CURITIBA)*. 21, 579-590. <https://doi.org/10.53660/inter064-SS03>
- Camargo, P. R. S., Barbosa, N. U. P., Cardoso, A. V., Assis, P. S., & Pelli, A. (2022a). Diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Volta Grande, Bacia do Baixo Rio Grande. *Research, Society and Development*. 11 e51711730213. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30213>

- Camargo, P. R. S., Barreiros, L. F. G., Barbosa, N. P. U., Cardoso, A. V., Assis, P. S., & Pelli, A. (2022b). Golden mussel geographic distribution paradox: how can stream theories explain? *International Journal of Hydrology*, 6, 73-77. <https://doi.org/10.15406/ijh.2022.06.00304>
- Camargo, P. R. S., Silva, R. G., Barbosa, N. U. P., Cardoso, A. V., Assis, P. S., & Pelli, A. (2022c). O que se sabe sobre interação parasitária no *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na Bacia do Baixo Rio Grande. *Research, Society and Development*, 11, p.e51811730214. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30214>
- Camelo, P. T. L., & Kellermann, R. C. S. (2021). Uso de fotoprotetores na prevenção de danos por exposição solar: conceitos, avaliação histórica e recomendações. *Scire Salutis*, 11(2), 171-180. <http://doi.org/10.6008/CBPC2236-9600.2021.002.0020>.
- Diamond J. M. (1974). Colonization of exploded volcanic islands by birds: The supertramp strategy. *Science*, 184(4138), 803-806. <https://doi.org/10.1126/science.184.4138.803>
- Gonzalo A. C., Vidal M. A., Torres-Díaz C., Cabrera F. J., Araya J. F., & Darrigran G. (2020). Morphological and molecular identification of the invasive freshwater snail *Physa acuta* (Gastropoda: Physidae) into Llanquihue Lake, Chilean Patagonia. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 92(Sup pl 2): e20181101. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181101>.
- Klein, A. H., Ballard, K. R., Storey, K. B., Motti, C. A., Zhao, M., & Cummins, S. F. (2019). Multi-omics investigations within the Phylum Mollusca, Class Gastropoda: from ecological application to breakthrough phylogenomic studies. *Briefings in Functional Genomics*, 18(6), 377-394. <https://doi.org/10.1093/bfgp/elz017>.
- Latini, A. O., Resende, D. C., Pombo, V. B., & Coradin, L. (Org.). (2016). Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília: MMA. 791p. (Série Biodiversidade, 39). https://www.pesca.pet/wp-content/uploads/2018/10/MMA_2016.pdf.
- Oliveira, M. D., Sobrinho, E. S., & Claudi, R. (2017). Radiação ultravioleta (lâmpada de média pressão e alta intensidade, atlantium) como alternativa para controle de incrustação do molusco invasor *Limnoperna fortunei* no sistema de refrigeração de usina hidrelétrica. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081188/radiacao-ultravioleta-lampada-de-media-pressao-e-alta-intensidade-atlantium-como-alternativa-para-controle-de-incrustacao-do-molusco-invasor-limnoperna-fortunei-no-sistema-de-refrigeracao-de-usina-hidreletrica>. In Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 24., 2017. Curitiba. Anais... Curitiba: CICGRÉ-Brasil, 2017. 1-8. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1081188>.
- Oliveira, M. M. F. (2013). Radiação Ultravioleta / Índice Ultravioleta e Câncer de Pele no Brasil: condições ambientais e vulnerabilidades sociais. *Revista Brasileira de Climatologia*, 13, 60-73. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v13i0.36764>
- Olson, M. H.; Barbieri, N. E. (2014). Mechanisms of Ultraviolet Radiation Tolerance in the Freshwater Snail *Physa acuta*. *Freshwater Science* 33(1), 66-72. <https://doi.org/10.1086/674341>
- Perepelizin, P. V., & Boltovskoy D. (2014). Effects of 254 nm UV irradiation on the mobility and survival of larvae of the invasive fouling mussel *Limnoperna fortunei*. *Biofouling*, 30(2),197-202. <https://doi.org/10.1080/08927014.2013.855726>.
- Relyea, R., & Ricklefs, R. E. (2021). *A Economia da Natureza*. (8ª ed.): Guanabara Koogan, 2021.
- Saraiva, M. J., Puga, J., Ré, A., Campos, I., Gonçalves, F., Keizer, J. J., & Abrantes, N. (2018). Utilização do gastrópode aquático *Physa acuta* em ensaios *in situ*. *Revista Captar*, 7, 93-102. <https://doi.org/10.34624/captar.v7i1.1084>
- Miyahira I. C., Gonçalves I. C. B., Lacerda L. E. M., Ximenes R. F., & Santos S. B. (2021). The introduction of *Physa acuta* (Gastropoda: Physidae) on Ilha Grande, Southeast Brazil, from initial stages to an established population. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e243801. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.243801>.
- Mullenders L. H. F. (2018). Solar UV damage to cellular DNA: from mechanisms to biological effects. *Photochem Photobiol Sci*, 5;17(12):1842-1852. PMID: 30065996. <https://doi.org/10.1039/c8pp00182k>