

IMPACTOS DOS DETERGENTES NO MEIO AMBIENTE: EVIDÊNCIAS DE UM ESTUDO ECOTOXICOLÓGICO

IMPACTS OF DETERGENTS ON THE ENVIRONMENT: EVIDENCE FROM AN ECOTOXICOLOGICAL STUDY

Leonardo Mendes da Silva¹

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade aguda de um detergente comercial utilizando o organismo modelo *Eisenia fetida*, bem como seus efeitos sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e milho (*Zea mays* L.). Foram avaliadas quatro concentrações do detergente (1, 2, 4, 8 g/L⁻¹) seguindo os protocolos da OECD 207, OECD 208 e ISO 18763:2016. Os resultados mostraram que o detergente apresenta toxicidade aguda para *Eisenia fetida*, com mortalidade significativa em concentrações de 4 e 8 g/L⁻¹. Também foram observados outros efeitos como clitelo inflamado e expulsão de fluido celômico e sanguinolento. Na avaliação do efeito do detergente sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa* e *Zea mays*, foi notada uma redução significativa na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação em concentrações de 1 a 8 g/L⁻¹, sendo que a concentração mais alta resultou em uma drástica redução na germinação do modelo vegetal *Zea mays*. Em ambos os casos, observou-se uma relação dose-dependente, ou seja, quanto maior a concentração do detergente, maior o efeito tóxico sobre os organismos avaliados. Com relação ao desenvolvimento inicial das plântulas de *Lactuca sativa*, observou-se uma redução significativa no comprimento das raízes e da parte aérea em todas as concentrações avaliadas. Já para o modelo vegetal *Zea mays*, a redução desses parâmetros foi constatada a partir da concentração de 2 g/L⁻¹. Esses achados destacam a importância da avaliação cuidadosa dos impactos ambientais de produtos químicos, incluindo detergentes comerciais, para minimizar os riscos potenciais para a saúde humana e a biodiversidade.

1429

Palavras-chave: Bioensaios vegetais. Ecotoxicologia. *Eisenia fetida*. Modelos Vegetais. Poluição hídrica.

¹ Mestrando em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Pós-Graduando em Ecologia e Biodiversidade pela Faculdade de Administração, Ciências e Educação (FAMART).

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the acute toxicity of a commercial detergent using the model organism *Eisenia fetida*, as well as its effects on the germination and development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and corn (*Zea mays* L.) seedlings. Four concentrations of the detergent (1, 2, 4, 8 g/L⁻¹) were evaluated following OECD 207, OECD 208, and ISO 18763:2016 protocols. The results showed that the detergent presents acute toxicity to *Eisenia fetida*, with significant mortality at concentrations of 4 and 8 g/L⁻¹. Other effects such as inflamed clitellum and expulsion of celomic and sanguineous fluid were also observed. In the evaluation of the detergent's effect on the germination of *Lactuca sativa* and *Zea mays* seeds, a significant reduction in germination percentage and germination speed index was noted at concentrations of 1 to 8 g/L⁻¹, with the highest concentration resulting in a drastic reduction in the germination of the *Zea mays* plant model. In both cases, a dose-dependent relationship was observed, i.e., the higher the concentration of the detergent, the greater the toxic effect on the evaluated organisms. Regarding the initial development of *Lactuca sativa* seedlings, a significant reduction in root and shoot length was observed at all evaluated concentrations. For the *Zea mays* plant model, a reduction in these parameters was observed from a concentration of 2 g/L⁻¹. These findings highlight the importance of carefully evaluating the environmental impacts of chemical products, including commercial detergents, to minimize potential risks to human health and biodiversity.

Keywords: Plant bioassays. Ecotoxicology. *Eisenia fetida*. Plant models. Water pollution.

INTRODUÇÃO

Os detergentes são substâncias químicas empregadas para remover sujeiras e manchas de diversas superfícies. Eles são amplamente utilizados na lavagem de roupas, louças, pisos e outros itens. Esses produtos estão disponíveis em diversas formas, como líquidos, pó, pasta ou barra. A ação dos detergentes é baseada na combinação de tensoativos, que removem a gordura e a sujeira, e agentes alcalinos ou ácidos, que auxiliam na dissolução da sujeira (BAJPAIY, 2007).

No entanto, apesar das vantagens mencionadas anteriormente, quando os detergentes são descartados de maneira inadequada, seja no ralo da pia ou no vaso sanitário, eles podem acabar chegando aos corpos d'água ou sistemas de esgoto, o que pode causar danos aos ecossistemas aquáticos e comprometer a qualidade da água destinada ao consumo humano. Diversos detergentes contêm substâncias tóxicas, e alguns dos componentes mais problemáticos incluem fosfatos, que podem levar à proliferação de algas e à consequente redução do oxigênio na água, e tensoativos aniônicos, que podem afetar a reprodução de peixes e outros animais aquáticos (KOGAWA et al., 2017).

Pensando na problemática apresentada, a ecotoxicologia se consolidou como uma ciência que estuda os efeitos dos poluentes nos ecossistemas e nos organismos vivos. Para isso, ela utiliza diversas ferramentas e métodos, como os bioensaios. Esses testes envolvem a utilização de organismos vivos, como animais, algas, bactérias e plantas, entre outros, para avaliar a toxicidade de substâncias químicas. Os bioensaios podem ser realizados tanto em laboratórios quanto no campo e permitem mensurar os efeitos das substâncias em diferentes níveis biológicos, desde a célula até o ecossistema (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2006).

Um dos bioensaios mais relevantes é o que utiliza o organismo modelo *Eisenia fetida*, o qual é padronizado e normatizado. O Teste No. 207 é um ensaio de toxicidade aguda para minhocas, desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Ele é utilizado para avaliar a toxicidade de substâncias químicas em minhocas terrestres, que são importantes indicadores da qualidade do solo e do meio ambiente. O teste consiste em expor as minhocas a diferentes concentrações da substância química em questão por um período de 48 ou 72 horas e medir os efeitos na sobrevivência e comportamento dos organismos. Além de avaliar a toxicidade aguda, o Teste No. 207 também pode ser utilizado para avaliar os efeitos crônicos da exposição a longo prazo. Estes testes são realizados por um período mais longo e avaliam os efeitos na sobrevivência, crescimento e reprodução das minhocas (OCDE, 1984).

1431

Outra ferramenta utilizada pela ecotoxicologia para avaliar o potencial tóxico de substâncias são os bioensaios com vegetais. Os testes ecotoxicológicos com plantas apresentam diversas vantagens em relação a outros modelos de estudo de toxicidade ambiental (IQBAL et al., 2017). Algumas dessas vantagens incluem: 1) Sensibilidade: as plantas são organismos altamente sensíveis aos efeitos de substâncias químicas, permitindo a detecção de contaminantes em concentrações muito baixas. 2) Baixo custo: os testes com plantas são relativamente econômicos em comparação com outros modelos de estudo de toxicidade ambiental, como testes com animais. 3) Reprodutibilidade: os testes com plantas são relativamente fáceis de serem realizados e requerem pouco treinamento técnico, além de serem padronizados e possuírem protocolos bem definidos (OECD, 2006; ISO 18763:2016, 2016).

Considerando a importância do tema e a necessidade de avaliar a toxicidade de produtos químicos, como detergentes, para a proteção do meio ambiente e da saúde humana,

este estudo tem como objetivo principal investigar os efeitos tóxicos de um detergente comercial por meio de três organismos modelos: um modelo animal (*Eisenia fetida*) e dois modelos vegetais (*Lactuca sativa* L. e *Zea mays* L.). A escolha desses modelos se deve ao fato de que são amplamente utilizados em testes ecotoxicológicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo das soluções

A formulação comercial do detergente líquido foi adquirida no comércio local. Sua composição química incluía tensoativos, sequestrantes, espessantes, conservantes, coadjuvantes, corantes, fragrâncias, água e linear alquil benzeno sulfonato de sódio (FISPQ, 2018). Foram obtidas quatro concentrações distintas do detergente comercial por meio de diluição em água destilada, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Tratamentos e concentrações avaliadas no presente estudo.

| Tratamentos | Concentração (g/L ⁻¹) |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Controle | água destilada |
| Tratamento 1 (T ₁) | 1 |
| Tratamento 2 (T ₂) | 2 |
| Tratamento 3 (T ₃) | 4 |
| Tratamento 4 (T ₄) | 8 |

1432

Fonte: Autor, 2023.

Teste de toxicidade aguda em minhocas (*Eisenia fetida*)

O teste de toxicidade aguda utilizando o organismo modelo *Eisenia fetida* seguiu o protocolo descrito pela OECD, 207 (OECD, 1984). Como se trata de um animal invertebrado, não foi necessário obter autorização do comitê de ética. Cinquenta minhocas adultas (*Eisenia fetida*) foram adquiridas comercialmente de um produtor local no município de Barbacena, Minas Gerais, e foram mantidas em esterco bovino úmido a uma temperatura de 22°C até o momento da realização do experimento.

Para cada uma das quatro concentrações estabelecidas (Quadro 1), foram utilizadas dez repetições. Cada repetição consistiu de uma placa de Petri de poliestireno forrada com papel filtro embebido em 1 mL da solução preparada anteriormente. Uma minhoca foi adicionada em cada placa e as tampas das placas foram perfuradas com quatro furos para permitir a respiração das mesmas. As placas foram mantidas em ambiente ventilado e em temperatura controlada ($20^{\circ} + 2^{\circ}\text{C}$) por um período de 72 horas.

Após esse período, as placas foram abertas e um estímulo foi realizado com o dedo indicador em cada minhoca. As minhocas que não responderam a esse estímulo foram consideradas mortas. Além disso, foram observados outros indicadores de toxicidade, como clitelo inflamado, extravasamento celômico e sanguíneo (DOMINGUEZ-RODRIGUEZ et al., 2020).

Teste de toxicidade com modelos vegetais

Os testes de toxicidade com os modelos vegetais seguiram os protocolos da OECD, 208 e da ISO 18763:2016, com algumas pequenas modificações. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (controle, 1, 2, 4, 8 g/L¹) e cinco repetições cada.

As sementes de *Lactuca sativa* (variedade Grande Lagos) e *Zea mays* foram adquiridas em uma loja agrícola local do município de Barbacena, Minas Gerais. As sementes (20 por repetição) foram dispostas em placas de Petri contendo papel filtro umedecido com 3 mL da solução de teste, logo após, as placas foram seladas com plástico filme e mantidas em câmara de germinação a $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$. A germinação foi avaliada após 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas, a fim de determinar a porcentagem de germinação (PG%) e o índice de velocidade de germinação. Após 72 horas de exposição aos tratamentos, foi mensurado o comprimento da raiz e da parte aérea de cada plântula utilizando um paquímetro digital.

Análise dos dados

Os dados obtidos dos testes de toxicidade aguda com *Eisenia fetida* e com os modelos vegetais foram submetidos à análise de variância, e as médias de todos os parâmetros analisados foram comparadas utilizando o teste de Scott-Knott, com um nível de significância de 5%, por meio do programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toxicidade aguda no organismo modelo *Eisenia fetida*

Os resultados do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 1. Foi observada uma mortalidade significativa dos organismos expostos nas concentrações de 4 e 8 g/L⁻¹, sendo que a concentração de 4 g/L⁻¹ resultou em uma mortalidade de 60%, enquanto a concentração de 8 g/L⁻¹ apresentou uma taxa de mortalidade de 100%.

Tabela 1 – Taxa de mortalidade de minhocas (*Eisenia fetida*) expostas a diferentes concentrações de um detergente comercial.

| Tratamentos | Taxa de mortalidade (%) |
|-------------|-------------------------|
| Controle | 0 a* |
| 1 g/L | 0 a |
| 2 g/L | 20 a |
| 4 g/L | 60 b |
| 8 g/L | 100 c |

*Letras diferentes indicam significância estatística, com $p < 0,05$ para o teste de Scott-Knott.

Fonte: Autores, 2023.

Além da taxa de mortalidade, outros endpoints foram avaliados para acessar a toxicidade do detergente comercial. Nos organismos expostos às concentrações de 2, 4 e 8 g/L⁻¹, foi constatada a presença de clitelo inflamado. O resultado mais significativo foi encontrado na concentração de 8 g/L⁻¹, onde 70% dos organismos apresentaram essa anomalia (Tabela 2). Nessas concentrações, também foi observada a presença de líquido celômico e sanguinolento sobre o papel filtro no qual as minhocas estavam dispostas. Contudo, em comparação com o grupo controle, não houve diferença significativa.

Tabela 2 – Endpoints avaliados no bioensaio de toxicidade aguda com o organismo modelo *Eisenia fetida*

| Tratamentos | Endpoints | | |
|-------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | Clitelo inflamado (%) | Expulsão de fluido celômico (%) | Expulsão de fluido sanguinolento (%) |
| Controle | 0 a* | 0 a | 0 a |
| 1 g/L | 20 a | 0 a | 0 a |
| 2 g/L | 40 b | 30 a | 10 a |
| 4 g/L | 50 b | 30 a | 20 a |
| 8 g/L | 70 b | 30 a | 20 a |

*Letras diferentes indicam significância estatística, com $p < 0,05$ para o teste de Scott-Knott.

Fonte: Autores, 2023.

No estudo de Dakthika (2021), o autor expôs minhocas a uma formulação comercial de detergente, constatando mortalidade dos organismos quando expostos a concentrações de

4 e 8 mg/100g de solo por um período de 8 dias. Além disso, o autor observou a ausência de movimentos, clitelo inflamado e perda de coloração nas minhocas expostas ao detergente. Os resultados desse estudo corroboram com os obtidos no presente estudo, em que a exposição das minhocas aos detergentes aconteceu de forma direta sendo observada mortalidade significativa nas concentrações de 4 e 8 g/L⁻¹ (Tabela 1). Ademais, foi observado também clitelo inflamado nos organismos expostos a todas as concentrações do detergente comercial (Tabela 2).

Em outro estudo, os autores buscaram avaliar o efeito dos detergentes sobre uma espécie de minhoca (*Megascolex konkanensis*). Os resultados deste estudo demonstraram que, em baixas concentrações (0,1 g, 0,5 g, 1 g), o crescimento das minhocas ocorreu normalmente, com aumento no peso, comprimento e diâmetro e mobilidade normal. Por outro lado, em concentrações mais elevadas (5 g, 3 g), houve uma considerável diminuição no peso, comprimento e diâmetro, além de mudanças significativas na mobilidade das minhocas (THOMAS; RAKHI; SUNISH, 2019).

Efeitos sobre a germinação de plantas modelos

1435

Os efeitos do detergente sobre a porcentagem de germinação (PG%) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface (*Lactuca sativa*) e de milho (*Zea mays*) foi registrado na Tabela 3. As concentrações de 4 e 8 g/L⁻¹ afetaram a porcentagem de germinação (PG%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface em comparação com o grupo controle (água destilada). Na concentração de 4 g/L⁻¹ o detergente causou diminuição de 8,24% na PG% e 14,31% no IVG, enquanto a concentração de 8 g/L⁻¹ provocou redução de 13,40% na PG% e 24,11% no IVG.

Em relação aos efeitos observados no modelo vegetal *Zea mays*, todas as concentrações do detergente levaram a uma inibição significativa da porcentagem de germinação (PG%) e do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes (Tabela 3). Na concentração mais baixa (1 g/L⁻¹) o detergente resultou em uma redução de 25% na PG% e 18,91% no IVG. Já na concentração mais alta (8 g/L⁻¹) causou diminuição ainda mais drástica na germinação, com uma queda de 63,63% na PG% e 65,79% no IVG em comparação ao grupo controle.

Tabela 3 - Porcentagem de Germinação (PG%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Lactuca sativa* e *Zea mays* submetidas as diferentes concentrações de um detergente comercial. Os dados encontram-se expressos em média + desvio padrão

| Modelo Vegetal | Concentração (g/L ¹) | PG% | IVG |
|-----------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| <i>Lactuca sativa</i> | Controle | 97 ± 5 a* | 15,30 ± 0,09 a |
| | 1 | 96 ± 5,47 a | 15 ± 0,88 a |
| | 2 | 95 ± 2,73 a | 14,61 ± 0,50 a |
| | 4 | 89 ± 6,51 b | 13,11 ± 1,50 b |
| | 8 | 84 ± 2,23 b | 11,61 ± 0,58b |
| <i>Zea mays</i> | Controle | 88 ± 7,58 a | 4,97 ± 0,24 a |
| | 1 | 66 ± 5,47 b | 4,03 ± 0,18 b |
| | 2 | 50 ± 7,16c | 2,81 ± 0,50c |
| | 4 | 46 ± 10 c | 2,66 ± 0,83c |
| | 8 | 32 ± 5,95 d | 1,70 ± 0,64 d |

*Letras diferentes indicam significância estatística, com $p < 0,05$ para o teste de Scott-Knott.

Fonte: Autores, 2023.

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram um efeito negativo do detergente na germinação de sementes de alface e milho. Conforme a concentração de detergente aumentava, a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes diminuiu significativamente. Isso evidencia que a presença do detergente pode ser prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Além disso, é interessante destacar que o efeito negativo do detergente parece ser mais acentuado nas sementes de milho quando comparado com as sementes de alface. Isso sugere que diferentes espécies vegetais podem ser afetadas de maneira diversa pelo detergente, fato relevante para futuros estudos sobre o tema.

Segundo Carvalho (2019), a germinação de sementes é um parâmetro menos sensível para avaliar a toxicidade de substâncias químicas. No entanto, se uma substância tiver o potencial de afetar esse parâmetro, ela deve ser considerada extremamente tóxica. No presente estudo, algumas das concentrações avaliadas foram capazes de afetar a porcentagem de germinação (Tabela 3). Portanto, nessas concentrações, o detergente pode ser considerado tóxico para os modelos vegetais utilizados.

No estudo de Ehilen et al., 2017, os autores investigaram a influência de diferentes concentrações de detergente na germinação e crescimento de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *Solanum lycopersicon* L. Os resultados revelaram que o detergente teve um impacto negativo na germinação e desenvolvimento das plantas, sendo que as concentrações mais elevadas inibiram significativamente a germinação das sementes e o crescimento das plantas. As sementes de *A. hybridus* foram menos tolerantes às soluções de detergente, não havendo germinação nas concentrações de detergente de 2,5 e 5,0 g/L. Esse resultado está de acordo com os encontrados no presente estudo, que também demonstrou um efeito negativo do detergente na germinação das sementes de milho (*Zea mays*).

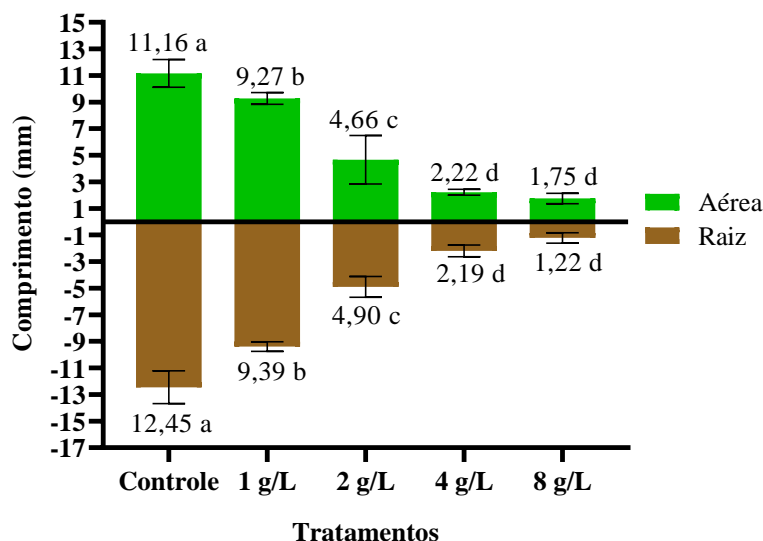
Efeitos sobre o desenvolvimento inicial de plantas modelos

Em relação aos efeitos tóxicos do detergente sobre o desenvolvimento inicial do modelo vegetal *Lactuca sativa*, foram observadas reduções no comprimento das plântulas em todas as concentrações avaliadas (Figura 1). Na concentração mais baixa (1 g/L⁻¹), houve uma redução de 24,57% no comprimento da raiz e de 16,93% na parte aérea em comparação com o grupo controle. Já na concentração mais alta (8 g/L⁻¹), o comprimento da raiz foi reduzido em 90,20% e o comprimento da parte aérea em 84,31%. Além disso, foi observado a presença de raízes necrosadas a partir da concentração de 2 g/L⁻¹

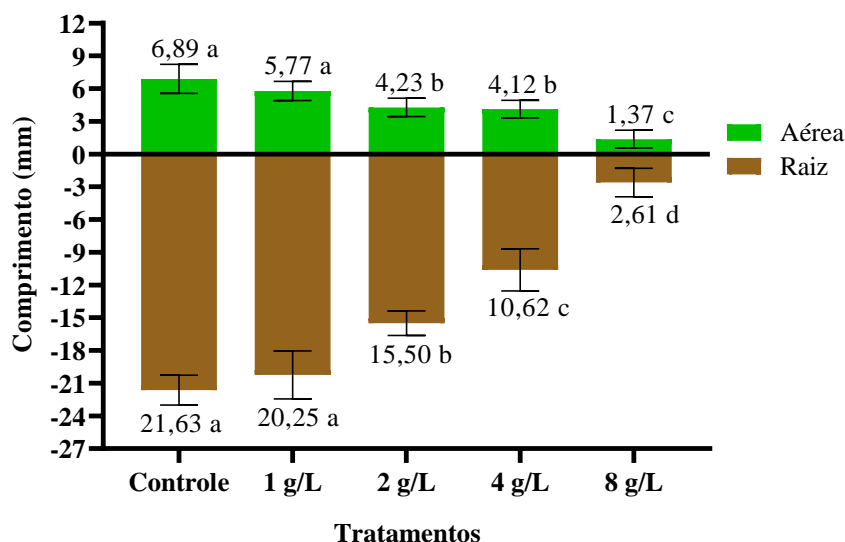
Nos testes realizados com o modelo vegetal *Zea mays*, os efeitos tóxicos do detergente foram notados a partir da concentração de 2 g/L⁻¹ (Figura 2). Nesta concentração, houve uma redução de 28,34% no comprimento da raiz e 26,68% na parte aérea da planta. Os resultados mais expressivos foram obtidos na concentração de 8 g/L⁻¹, que causou uma redução de 87,93% no comprimento da raiz e 80,11% na parte aérea em comparação com o grupo controle (água destilada).

Figuras 1 e 2 – Comprimento médio de plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e milho (*Zea Mays*) submetidas a diferentes concentrações de um detergente comercial. Os dados encontram-se expressos em média + desvio padrão.

Comprimento Médio da Raiz e da Parte Aérea (Alface)



Comprimento Médio da Raiz e da Parte Aérea (Milho)



Fonte: Autores, 2023.

A toxicidade dos detergentes foi avaliada através de seus efeitos sobre o desenvolvimento inicial de dois modelos vegetais, *Lactuca sativa* e *Zea mays*. Conforme os resultados expostos na Figura 1 e 2, é possível concluir que o detergente exerce efeitos tóxicos sobre as plantas avaliadas, já que houve uma redução no comprimento das raízes e da parte aérea das plântulas de acordo com o aumento das concentrações.

A redução do comprimento das plântulas verificada no presente estudo, bem como a presença de raízes necrosadas, indicam que o detergente apresenta caráter citotóxico, uma vez que o crescimento vegetal é regulado por divisões sucessivas que ocorrem nos ápices dos meristemas (apical ou da raiz) (SILVA et al., 2022). Essa toxicidade pode ser explicada pela presença do surfactante e do tensoativo aniônico na composição do detergente, os quais tem como função quebrar a tensão superficial da água, o que pode interferir no processo natural de germinação das sementes, impedindo que elas saiam do estado de dormência (PENTEADO et al., 2006). A ação desses compostos pode ter interferido no processo de germinação e desenvolvimento das plântulas, levando à redução do comprimento das raízes e à necrose das mesmas. É importante ressaltar que essa toxicidade pode ter impactos negativos no meio ambiente, principalmente se o detergente for utilizado em excesso ou descartado de forma inadequada.

Estudos anteriores já haviam mostrado que concentrações crescentes de detergente contendo tensoativo aniônico podem atrofiar as radículas das sementes e inibir o desenvolvimento da raiz e do hipocótilo, levando à baixa taxa de germinação. Em experimentos com sementes de feijão, por exemplo, Sousa e Simão (2015) constataram que mesmo as concentrações mais baixas do detergente (0,2% -v/v) foram capazes de inibir o crescimento das raízes. Em um estudo mais recente, os pesquisadores buscaram avaliar os efeitos de diferentes concentrações do detergente (0,78%, 1,56%, 3,12%, 6,25% e 12,5%) sobre três modelos vegetais distintos (*A. cepa*, *E. sativa*, *L. sativa* e *P. vulgaris*). Foi observado que o detergente teve um efeito significativo no crescimento de todas as espécies testadas, mesmo em concentrações relativamente baixas. Além disso, para a espécie *Lactuca sativa*, nas concentrações de 6,25% e 12,5%, não houve germinação das sementes (RODRIGUES et al., 2022).

A partir das informações apresentadas nas Figuras 1 e 2, é possível observar que a raiz das plântulas foi a parte mais afetada pelas diferentes concentrações do detergente. As raízes são consideradas as partes mais sensíveis das plantas quando se trata de avaliar o potencial tóxico de substâncias, uma vez que elas são responsáveis por absorver água e nutrientes do solo (CARVALHO et al., 2019). Quando expostas a produtos químicos, como detergentes, as raízes podem ser prejudicadas e ficar incapazes de desempenhar suas funções adequadamente. Além disso, as raízes são muitas vezes mais sensíveis do que outras partes

do vegetal porque são menos desenvolvidas e mais vulneráveis a danos celulares (SILVA et al. 2023).

CONCLUSÃO

Em suma, os resultados obtidos indicam que o detergente comercial avaliado apresenta toxicidade aguda para o organismo terrestre *Eisenia fetida*, com mortalidade significativa em concentrações de 4 e 8 g/L⁻¹. Além disso, foram observados outros efeitos tóxicos, como clitelo inflamado e presença de líquido celômico e sanguinolento nas minhocas expostas às concentrações testadas.

O detergente também apresentou efeitos adversos sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e milho (*Zea mays*), com reduções na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação, bem como diminuição no comprimento das plântulas.

Estes resultados evidenciam a importância da realização de estudos de toxicidade para produtos químicos, incluindo detergentes, a fim de avaliar seus possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- BAJPAI, Divya. Laundry detergents: an overview. **Journal of oleo science**, v. 56, n. 7, p. 327-340, 2007.
- CARVALHO, Marcos Schleiden Sousa et al. Allelopathic potential and phytochemical screening of ethanolic extracts from five species of *Amaranthus* spp. in the plant model *Lactuca sativa*. **Scientia horticultrae**, v. 245, p. 90-98, 2019.
- DAKTHIKA, A. Anbumalar. Determination Of Lc50 Values Of Three Detergents And Its Effect On Biochemical Compounds Of *Eisenia Fetida*. **Journal| NVEO**, p. 3708-3713, 2021.
- DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ, Verónica I. et al. Soil contact bioassay for rapid determination of acute toxicity with *Eisenia foetida*. **Heliyon**, v. 6, n. 1, p. e03131, 2020.
- EHILEN, O. E. et al. The effect of detergents on the germination and growth of *Amaranthus hybridus* L. and *Solanum lycopersicon* L. **Nigerian Annals of Natural Sciences**, v. 16, n. 1, p. 100-108, 2017.
- FISPQ- Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos. Lava louças líquido YPÊ. Química Amparo LTDA, 2018. Disponível em: <https://acttion.com.br/wp-content/uploads/2020/01/YPE-FISPQ-DETERG-YPE.pdf> Acesso em: 08 jan. 2023.

IQBAL, Munawar et al. Bioassays based on higher plants as excellent dosimeters for ecotoxicity monitoring: a review. **Chemistry International**, v. 5, n. 1, p. 1-80, 2019.

ISO 18763:2016: Soil quality – Determination of the toxic. effects of pollutants on germination and early growth of higher plants. **ISO (The International Organization for Standardization)**, 2016. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/63317.html> Acesso em: 05 jan. 2023.

KOGAWA, Ana Carolina et al. Synthetic detergents: 100 years of history. **Saudi pharmaceutical journal**, v. 25, n. 6, p. 934-938, 2017.

OECD. Test No. 208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test. **OECD Publishing**, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264070066-en> Acesso em: 04 jan. 2023.

OECD. Teste No. 207: Earthworm, Acute Toxicity Tests, **Guideline for Testing of Chemicals.**, p.1-9, 1984. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-207-earthworm-acute-toxicity-tests_9789264070042-en Acesso em: 4 jan. 2023.

PENTEADO, José Carlos P.; EL SEOUD, Omar A.; CARVALHO, Lilian RF. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. **Química nova**, v. 29, p. 1038-1046, 2006.

RODRIGUES, Victor Delamerlini et al. Construindo conceitos de Ecotoxicologia no Ensino Básico: experimentos com plantas. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 17, n. 2, p. 64-77, 2022.

1441

SILVA, Leonardo Mendes da et al. Potencial fitoquímico e fitotóxico do extrato aquoso obtido das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). In: Flávia Cartaxo Ramalho Vilar; Teonis Batista da Silva, editores. **Plantas medicinais e suas potencialidades**. 1ª ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2023, v. 1, p. 110-121.

SILVA, Leonardo Mendes da et al. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do infuso dos rizomas de *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae). **Rev Fitos**, 2022. (Ahead of print).

SOUSA, Genicleide L.; SIMÕES, Anderson SM. Uma Proposta de Aula Experimental de Química para o Ensino Básico Utilizando Bioensaios com Grãos de Feijão (*Phaseolus vulgaris*). **38volume**, 2016.

THOMAS, Amala; RAKHI, T. V.; SUNISH, K. S. A Study on the Effect of Detergent on *Megascolexkonkanensis*. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 8, n. 8, p. 9020-28, 2019.

ZAGATTO, Pedro Antonio; BERTOLETTI, Eduardo. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: Rima Artes e Textos. 478 p.