

Influência da losartana potássica na germinação, desenvolvimento inicial e níveis de clorofila sobre *Lactuca sativa* l.

Ester Carolayne Oliveira Da Silva Lira¹, Laurisvan Sabino da Silva²,
Sâmara Roberta Andrade Nunes³, Maria Janiely de Siqueira Gomes⁴,
José Ricardo Dias Maciel Lima⁵, Laise Manuelle Tenorio de Vasconcelos⁶, Geralda Adriana Alves da
Silva Galindo Oliveira⁷, Paulo Henrique Oliveira de Miranda^{8*}

¹Discente na Escola de Referência em Ensino Fundamental Cacilda Almeida, Brasil

²Graduando em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Pernambuco Campus Pesqueira, Brasil

³Técnica em Laboratório, Universidade de Pernambuco, Brasil

⁴Doutoranda em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

⁵Especialista em Metodologia do Ensino de Matemática e Física, FACUMINAS, Brasil

⁶Licenciatura em Letas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

⁷Gestora na Escola de Referência em Ensino Fundamental Cacilda Almeida, Brasil

⁸Doutor em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. (*Autor correspondente: paulo.homiranda@ufpe.br)

Histórico do Artigo: Submetido em: 03/03/2025 – Revisado em: 13/05/2025 – Aceito em: 17/07/2025

RESUMO

A ecotoxicologia é uma ciência multidisciplinar que investiga os efeitos adversos de contaminantes sobre os ecossistemas. Uma classe de contaminantes que vem ganhando destaque são os fármacos, que são chegam até efluentes após sua metabolização ou seu descarte incorreto. A losartana potássica é um fármaco anti-hipertensivo amplamente utilizado no Brasil, e que se apresenta em baixas concentrações em ecossistemas aquáticos, já tendo demonstrado efeitos tóxicos para diferentes espécies. O objetivo do presente estudo foi de avaliar os efeitos da losartana potássica em diferentes concentrações sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Lactuca sativa* L. Sementes de *L. sativa* foram cultivadas em placas de Petri e câmara BOD, e tratadas com soluções aquosas contendo losartana potássica em concentrações que variaram de 1 a 1.000 mg. L⁻¹. Foi avaliado a germinação, e no 15º dia após o início do experimento o comprimento total, e a clorofila das plântulas. Os resultados indicaram que a losartana potássica não inibiu a germinação das sementes, porém afetou negativamente o desenvolvimento das plântulas tratadas com a solução contendo 1.000 mg. L⁻¹ de losartana potássica. Porém, um efeito positivo foi detectado nas plântulas tratadas contendo 10 mg. L⁻¹, com um aumento no comprimento total de 14% em relação ao grupo controle. Nenhuma anormalidade foi detectada em relação ao conteúdo de clorofila total. Os resultados obtidos indicam que a losartana potássica pode desencadear efeitos tóxicos em plantas, porém, estudos mais detalhados com mais concentrações, e em outras escalas biológicas são necessários.

Palavras-Chaves: Ecotoxicologia, losartana potássica, plântulas, fitotoxicidade.

Influence of losartan potassium on germination, initial development and chlorophyll on *Lactuca sativa* l.

ABSTRACT

Ecotoxicology is a multidisciplinary science that investigates the adverse effects of contaminants on ecosystems. One class of contaminants that has been gaining attention is the pharmaceuticals, which reach effluents after their metabolis or improper disposal. Losartan potassium is an antihypertensive drug widely used in Brazil, and it is present in low concentrations in aquatic ecosystems, having already demonstrated toxic effects on different species. The aim of the present research was to evaluate the effects of losartan potassium at different concentrations on the germination and initial development of *Lactuca sativa* L. *L. sativa* seeds were cultivated in Petri dishes and BOD incubators and treated with aqueous solutions containing losartan potassium at concentrations ranging from 1 to 1,000 mg. L⁻¹. Germination was assessed, and on the 15th day after the start of the experiment, the total length and chlorophyll

Lira, E.C.O., Silva, L.S., Nunes, S.R.A., Gomes, M.J.S., Lima, J.R.D.M., Vasconcelos, L.M.T., Oliveira, G.A.A.D.G., Miranda, P.H.O. (2025). Influência da losartana potássica na germinação, desenvolvimento inicial e níveis de clorofila sobre *Lactuca sativa* L.. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.13, n.2, p.52-59.



content of the seedlings were measured. The results indicated that losartan potassium did not inhibit seed germination, but it negatively affected the development of seedlings treated with the solution containing 1,000 mg. L⁻¹ of losartan potassium. However, a positive effect was detected in seedlings treated with 10 mg. L⁻¹, with an increase in total length of 14% compared to the control group. No abnormalities were detected regarding total chlorophyll content. The results obtained indicate that losartan potassium can trigger toxic effects in plants, but more detailed studies with more concentrations and other biological scales are necessary.

Keywords: Ecotoxicology, losartan potassium, seedlings, phytotoxicity.

Influencia del losartán potasio sobre la germinación, desarrollo inicial y clorofila de *Lactuca sativa* L.

RESUMEN

Ecotoxicología es una ciencia multidisciplinaria que investiga los efectos adversos de los contaminantes en los ecosistemas. Una clase de contaminantes que ha ganado destaque son los fármacos, que llegan a los efluentes después de su metabolización o su eliminación incorrecta. El losartán potásico es un fármaco antihipertensivo ampliamente utilizado en Brasil, y que se presenta en bajas concentraciones en ecosistemas acuáticos, habiendo demostrado efectos tóxicos en diferentes especies. El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos del losartán potásico en diferentes concentraciones sobre la germinación y desarrollo inicial de *Lactuca sativa* L. Semillas de *L. sativa* fueron cultivadas en placas de Petri y en cámara BOD, tratadas con soluciones acuosas que contenían losartán potásico en concentraciones que variaron de 1 - 1.000 mg.L⁻¹. Se evaluó la germinación, y 15 días después del inicio del experimento se midió la longitud total y el contenido de clorofila de las plántulas. Los resultados indicaron que el losartán potásico no inhibió la germinación de las semillas, pero afectó negativamente el desarrollo de las plántulas tratadas con la solución que contenía 1.000 mg.L⁻¹ de losartán potásico. Sin embargo, se detectó un efecto positivo en las plántulas tratadas con 10 mg.L⁻¹, con aumento en la longitud total del 14% en comparación con el grupo de control. No se detectaron anomalías con respecto al contenido total de clorofila. Los resultados obtenidos indican que el losartán potásico puede desencadenar efectos tóxicos en plantas, pero se necesitan estudios más detallados con más concentraciones y en otras escalas biológicas.

Palabras clave: Ecotoxicología, losartán potásico, plántulas, fitotoxicidad.

1. Introdução

De acordo com Vasseur, Masfaraud e Blaise (2020) a ecotoxicologia é uma ciência multidisciplinar que tem como objetivo investigar os efeitos adversos de contaminantes sobre os ecossistemas, estes contaminantes são oriundos de diferentes fontes, podendo ser classificados como compostos inorgânicos, compostos orgânicos, radionuclídeos e contaminantes emergentes. Os estudos de ecotoxicologia são realizados em diferentes escalas temporais, que podem durar de poucos minutos a até mesmo anos, a depender do nível biológico o qual se está investigando (Carvalho & Pivoto, 2011).

Dada o número de pesquisas no campo da ecotoxicologia, diversas substâncias, seja de origem natural ou sintética, passaram a ser classificadas como contaminantes emergentes, que Taheran et al. (2018) define estes contaminantes como substâncias constantemente liberados nos ecossistemas, porém não são comumente monitorados, e tendem a se acumular no ambiente, o que acarreta na falta de leis que regulamentem as emissões, ou até mesmo processos e tecnologias para mitigação do contaminante no ambiente (Nogueira-Oviedo & Aga, 2016). Martins et al. (2021) classifica essencialmente os contaminantes emergentes como: produtos de higiene pessoal e cosméticos, disruptores endócrinos, produtos de limpeza e desinfetantes, substâncias químicas industriais, nanomateriais e microplásticos, metais pesados e compostos inorgânicos.

Atualmente, os fármacos são considerados um dos principais grupos de contaminantes emergentes, exemplos destes fármacos são os antibióticos como a trimetoprima, eritromicina, amoxicilina, anti-inflamatórios e analgésicos como o ibuprofeno, diclofenaco, paracetamol, naproxeno, fluoxetina, psicoativos como o Diazepam, primidona e salbutamol, disruptores endócrinos como hormônio da tireoide, hormônio luteinizante e folículo estimulante, dentre muitos outros (Metcalfe, 2013; Poynton & Ronbinson, 2018). A fonte de contaminação destes fármacos está principalmente associada ao descarte inadequado de medicamentos, junto a falta de tratamento adequado do efluentes domésticos e hospitalares, visto que estes medicamentos são

eliminados naturalmente pelo organismo após serem metabolizados (Fent et al., 2006). Estes contaminantes apresentam efeitos deletérios sobre os ecossistemas, sendo o caso mais conhecido os efeitos dos disruptores endócrinos sobre peixes e anfíbios (Rezende & Mounteer, 2023).

A losartana potássica é um fármaco da classe dos anti-hipertensivos que vem ganhando destaque por ser frequentemente encontrada em ecossistemas aquáticos (Reque et al., 2021). Estudos recentes têm demonstrado os efeitos deletérios da losartana potássica sob organismos aquáticos, como moluscos (Cortez et al., 2018), microcrustáceos (Yamamoto et al., 2012; Adams et al., 2020), e plantas aquáticas (Godoy et al., 2015), tendo demonstrado efeitos deletérios em concentrações que vão desde a escala de $0.3 \mu\text{g.L}^{-1}$ a 400 mg.L^{-1} , tendo provocado efeitos como genotoxicidade e inibição do crescimento dos indivíduos (Reque et al., 2021). Além disso, alguns estudos indicam a presença de losartana potássica em águas de efluentes brasileiros, em concentrações na escala de nanogramas (Pereira et al., 2016; Roveri et al., 2020).

Com base nessas informações estudos de ecotoxicologia, com foco em contaminantes emergentes, são importantes para promover a compreensão de como estes contaminantes afetam os ecossistemas, em diferentes níveis de organização, para fundamentar diretrizes com a finalidade de regulamentação ambiental, e potenciais tecnologias mitigadoras. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito da exposição crônica à losartana potássica sobre *Lactuca sativa* L., com a finalidade de detectar potenciais concentrações tóxicas na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas.

2. Material e Métodos

2.1 Preparação da solução estoque e demais concentrações

Para obtenção das soluções com diferentes concentrações de losartana potássica, 1.000 mg de comprimido foram macerados em um almofariz e adicionado a um balão volumétrico de 1.000 mL, e o seu volume foi preenchido com água destilada, obtendo uma concentração de 1.000 mg.L^{-1} , em seguida foi realizada uma diluição seriada para obtenção de soluções na concentração de 100, 10 e 1 mg.L^{-1} .

2.2 Montagem do experimento e cultivo das plântulas

A montagem do experimento foi adaptada a partir da metodologia de Silva et al. (2021). Sementes de *Lactuca sativa* L., foram imersas em uma solução de hipoclorito de sódio a 3% durante 10 minutos, sendo enxaguadas com água destilada logo em seguida. Após este procedimento, ocorreu a semeadura das sementes em placas de Petri contendo 1 folha de papel filtro esterilizada, ao final deste processo, as placas de Petri receberam 3 mL de uma solução aquosa com uma das concentrações de losartana potássica, que variou de 1 a 1.000 mg.L^{-1} , e um grupo controle que recebeu apenas água destilada. Após este processo, as placas foram isoladas com papel filme, e alocadas em câmara B.O.D., sendo expostas a temperatura de 25°C e foto período de 14 horas de luz e 8 horas de escuridão. Para cada tratamento foram produzidas 5 réplicas, cada réplica contendo 30 sementes de *L. sativa*.

2.3 Coleta e análise de dados

Para avaliação da germinação, foi observado diariamente o número de sementes germinadas, sendo considerada germinada, as plântulas que apresentassem tamanho igual ou superior a 1 mm (Maguire, 1962). Já para análise do desenvolvimento inicial das plântulas, no 15º dia após a semeadura, cinco plântulas de cada réplica, foram escolhidas aleatoriamente e tiveram o comprimento da radícula e da parte aérea aferidos com um paquímetro, totalizando 25 plântulas por tratamento.

2.4 Conteúdo total de clorofila

Para determinação da clorofila *total* (*a* e *b*) foi empregada a metodologia de Arnon (1949), na qual 10 plântulas de cada réplica foram escolhidas de forma aleatória e tiveram sua massa total aferida, e em seguida foram imersas em uma solução de 5 mL de acetona 80%, em tubos de ensaio protegido da luz e alocados em uma geladeira. Após 24 horas, o líquido foi transferido para cubetas de quartzo e levadas para espectrofotômetro para realização de leituras nos comprimentos de onda de 645 nm e 663 nm. Para cada tubo de ensaio foi realizada 3 leituras em cada comprimento de onda, e os valores obtidos foram aplicados nas fórmulas de clorofila *a* e clorofila *b*, e os resultados obtidos foram somados para obtenção do valor da clorofila total.

$$\text{clorofila}(a) = \frac{12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}}{1000 \times \text{ptv}(g)} \times \text{ve}(mL) \quad (1)$$

Onde: (ptv) é peso do tecido vegetal e (ve) o volume do extrato

$$\text{clorofila}(b) = \frac{22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}}{1000 \times \text{ptv}(g)} \times \text{ve}(mL) \quad (2)$$

Onde: (ptv) é peso do tecido vegetal e (ve) o volume do extrato

Os resultados obtidos foram somados para as leituras do espectrofotômetro, o branco consistiu em uma solução de acetona 80%, os resultados da clorofila *a* e *b* estão expressos em mg.g⁻¹.

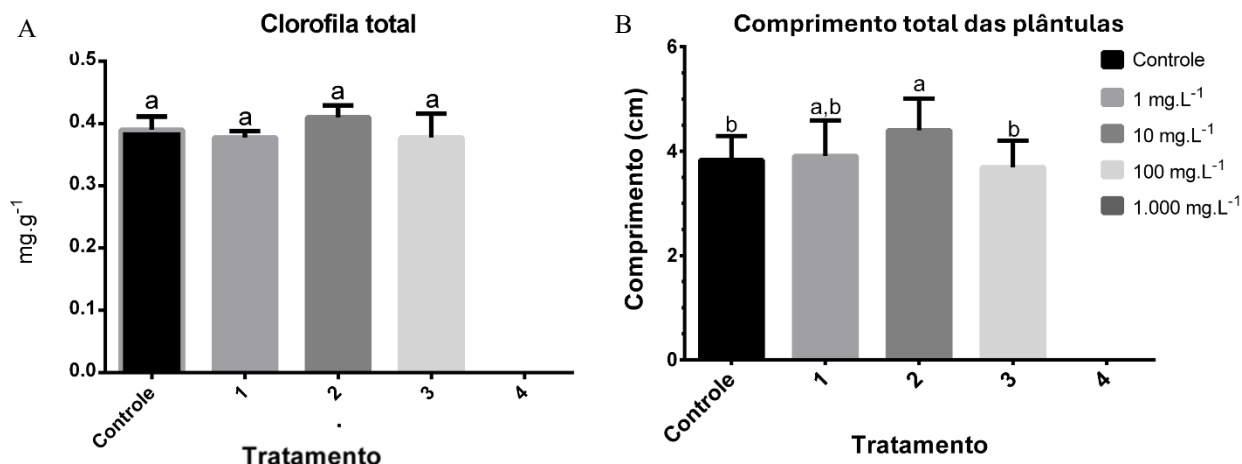
2.5 Análise estatística

Os valores obtidos foram expressos em média ± desvio padrão. A comparação entre os tratamentos foi avaliada por análise de variância (ANOVA) de uma via, seguida do teste de Tukey, utilizando o programa estatístico GraphPad Prism. Diferenças entre as médias foram consideradas significativas quando $p < 0,5$.

3. Resultados e Discussão

Os dados obtidos indicam que a losartana potássica não foi capaz de inibir a germinação em nenhuma das concentrações testadas, com as réplicas atingindo entre 97% e 100% da germinação até o terceiro dia após a semeadura, também não foi detectado nenhum atraso no processo germinativo, portanto, no presente estudo, não foi constatado efeito inibitório da losartana potássica sobre a germinação de sementes de *L. sativa*. Porém, no que diz respeito ao desenvolvimento inicial das plântulas, foram constatados efeitos distintos, a losartana potássica afetou negativamente o desenvolvimento das plântulas de *L. sativa* na concentração de 1.000 mg. L⁻¹, que logo após a germinação necrosaram (figura 1).

Figura 1: A) Concentração de clorofila total, expressas em média $\pm$ desvio padrão, em mg.g^{-1} de massa fresca, B) comprimento total das plântulas (radícula + parte aérea), expressa em média + desvio padrão. Médias representadas por letras diferentes, apresenta diferença significativa entre seus valores, de acordo com o teste de ANOVA de um fator e teste de Tukey ($p < 0,05$)



Fonte: autores

Porém, na concentração de 10 mg.L^{-1} , a losartana potássica exerceu efeito benéfico sobre as plântulas, favorecendo seu crescimento em aproximadamente 14% a mais do que o grupo controle, visto que, o grupo controle cresceu em média $3,83 \pm 0,46 \text{ cm}$, e o tratamento 2 (concentração de 10 mg.L^{-1}) alcançou comprimento total de $4,4 \pm 0,61 \text{ cm}$. As plântulas submetidas ao tratamento 1 (concentração de 1 mg.L^{-1}) e tratamento 3 atingiram um comprimento médio de $3,91 \pm 0,68 \text{ cm}$ e $3,79 \pm 0,51 \text{ cm}$, respectivamente, não apresentando diferença significativa em relação ao grupo controle (figura 2b). Quanto ao conteúdo total de clorofila, com as plântulas apresentando cerca de $0,4 \text{ mg.g}^{-1}$ de massa fresca de clorofila, não havendo diferenças significativa entre os tratamentos (figura 1a).

Efeitos semelhantes foram constatados por Miranda (2019) ao estudar o efeito do NiSO_4 sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *L. sativa*, no qual algumas concentrações favoreceram o desenvolvimento inicial das plântulas, ao passo que concentrações mais elevadas acarretaram efeitos deletérios. Esse fator pode estar relacionado ao fato de que alguns agentes contaminantes podem ser liberados na natureza junto a íons que atuam como micro ou macronutrientes para plantas, no caso do presente trabalho, no modelo de estudo proposto, a molécula de losartana é acompanhado do íon K^+ .

Em plantas, o íon potássio está envolvido em diversos processos metabólicos, como a fotossíntese, regulação do potencial hídrico das células, fortalecimento da parede celular, atividade enzimática, dentre outros efeitos (Prajapati e Modi, 2012). É importante considerar que, no modelo de estudo proposto, as plântulas possuem apenas nutrientes provenientes de seu endosperma, portanto, o favorecimento do crescimento das plântulas nas concentrações de 10 mg.L^{-1} está possivelmente relacionado com a presença do íon K^+ , o mesmo efeito não é observado na concentração de 1.000 mg.L^{-1} pois a molécula de losartana ($\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{ClN}_6\text{O}$) exerce influência negativa sobre as plântulas.

Godoy, Kummrow e Pamplin (2015) avaliaram o efeito da losartana potássica sob a planta aquática *Lemna minor* L. (1753), cultivadas no meio Steinberg, os dados obtidos revelaram diminuição no comprimento médio das plantas, e diminuição da massa fresca em concentrações acima de 63.7 mg.L^{-1} , tendo classificado

a losartana potássica como um contaminante perigoso, embora a literatura demonstre que as concentrações de losartana potássica no ambiente não chegam a atingir valores na escala de mg.

Por outro lado, Reque e colaboradores (2021) avaliaram o efeito da losartana potássica em espécies zoológicas de diferentes níveis tróficos, e a classificou como de baixo risco ecológico, visto que as doses tóxicas de losartana potássica, para os seres vivos testados, estavam muito acima daquelas encontradas na natureza.

No que diz respeito aos mecanismos de toxicidade da losartana potássica, há indícios de que a losartana potássica desencadeia efeitos genotóxicos em microcrustáceos, e peixes (Reque et al., 2021) inibição do crescimento em seres vivos de diferentes grupos como equinodermos (Yamamoto et al., 2014), moluscos (Cortez et al., 2018) e plantas (Godoy et al., 2015), porém os mecanismos de ação da losartana potássica em grupos tão distintos ainda não são tão claros, sendo necessário estudos em outras escalas biológicas para promover uma melhor compreensão dos mecanismos por trás dos efeitos tóxicos.

Contaminantes emergentes, como a losartana potássica representam uma ameaça sistêmica aos ecossistemas, como constatado, os níveis elevados de losartana potássica afetam processos como a germinação, o que pode dificultar o recrutamento de novos indivíduos para populações em áreas afetadas. Além do mais, estudos mais específicos, considerando outros fatores metabólicos, parâmetros genéticos, e até mesmo ecológicos são necessários para promover uma melhor compreensão da complexidade dos mecanismos de ação e persistência no ambiente, com a finalidade de desenvolver e aprimorar técnicas de monitoramento, remediação e embasar políticas regulamentadoras que possam ser transpostas para contaminantes emergentes de forma geral.

4. Conclusão

Com base nos dados obtidos, é possível constatar que a losartana potássica não foi capaz de inibir a germinação das sementes de *Lactuca sativa* nas concentrações testadas, porém, no que diz respeito ao desenvolvimento inicial das plântulas, houve inibição completa do crescimento das plântulas na concentração de 1.000 mg. L⁻¹ e um discreto aumento no crescimento nas plântulas submetidas a uma concentração contendo 10 mg. L⁻¹. E embora estes efeitos contrastantes tenham sido observados, estudos em concentrações intermediárias são necessários para uma melhor compreensão dos efeitos da losartana potássica sobre plantas terrestres, além de estudos envolvendo outras escalas biológicas, como parâmetros genotóxicos, fisiológicos e histológica.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a EREF Cacilda Almeida, pelo espaço fornecido para execução dos experimentos pilotos, e a UPE *Campus* Garanhuns pelo fornecimento do espaço para execução dos experimentos complementares.

6. Referências

Adams, E., Neves, B.B., Prola, L.D.T., Liz, M.V., Martins, L.R.R., Ramsdorf, W.A, Freitas, A.M. (2020). Ecotoxicity and genotoxicity assessment of losartan after UV/H₂O₂, and UVC/photolysis treatments. **Environmental Science and pollution research**, 28, p. 23812 – 23821.

Arnon, D.I. (1949) Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. **Plant Physiology**, (24), p. 1-15.

- Carvalho, N.L., & Pivoto, T.S. (2011). Ecotoxicologia: conceitos abrangências, e importância agrônômica. **REMOA – Revista Monografias Ambientais**, 2(2), p. 176-192.
- Cortez, F.S., Souza, L.S., Guimarães, L.L., Almeida, J.E., Pusceddu, F.H., Maranhão, L.A., Mota, L.G., Nobre, C.R., Moreno, B.B., Abessa, D.M.S., Cesar, A., Santos, A.R., Pereira, C.D.S. (2018). Ecotoxicological effects of losartan on the brown mussel *Perna perna* and its occurrence in seawater from Santos Bay (Brazil), **Science of the total environment**, 637-638, p. 1363-1371.
- Fent, K., Weston, A.A., & Caminada, D. (2006). Ecotoxicology of human pharmaceuticals. **Aquatic Toxicology**, 76 (10), p. 122-159.
- Godoy, A.A., Kummorow, F., Pamplin, P.A. (2015). Ecotoxicological evaluation of propanolol hydrochloride and losartan potassium to *Lemna minor* L. (1753) individually and in binary mixtures. **Ecotoxicology**, 24, p. 1112-1123.
- Maguire, J. D., (1962). Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**. p. 176–177.
- Martins, R.J.E., Peixoto, C.S.A., Jesus, F.M.C. (2021). **Contaminantes emergentes em efluentes hospitalares e em ETARs**. Iguatu: Quipá Editora. 126 p.
- Metcalf, C.D. (2013). Pharmaceutical contaminants of emerging concern in the environment. **Environmental toxicology and chemistry**. 32 (8), p. 1683-1684.
- Miranda, P.H.O. (2019). **Efeito protetor do extrato hidroetanólico das folhas de *Caryocar coriaceum* Wittm. sobre a fitotoxicidade induzida pelo sulfato de níquel em plantas**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil.
- Noguera-Oviedo, K., Aga, D.S. (2016). Lessons learned from more than two decades of research on emerging contaminants in the environment. **Journal of Hazardous Materials**. 316, p. 242-251.
- Pereira, C.D.S., Maranhão, L.A., Cortez, F.S., Pusceddu, F.H., Santos, A.R., Ribeiro, D.A., Cesar, A., Guimarães, L.L. (2016). Occurrence of pharmaceuticals and cocaine in a Brazilian coastal zone. **Science of the total environment**, 548–549, p.148–154.
- Poynton, H.C., Robinson, W.E. (2018). Contaminants of emerging concern, with an emphasis on nanomaterials and pharmaceuticals. **Green Chemistry**. p. 291-315.
- Prajapati, K., Modi, H.A. (2012). The importance of potassium in plant growth – a review. **Indian journal of plant sciences**. 1 (02-03) p. 177-186.
- Reque, R., Carneiro, R.D., Yamamoto, F.Y., Ramsdorf, W.A., Martins, L.R., Guiloski, I.C., & Freitas, A.M. (2021). Ecotoxicity of losartan potassium in aquatic organisms of different trophic levels. **Environmental toxicology and pharmacology**, 87, 103727.

Roveri, V., Guimarães, L.L., Toma, W., Correia, A.T. (2020). Occurrence and risk assessment of pharmaceuticals and cocaine around the coastal submarine sewage outfall in Guarujá, São Paulo state, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, 28 (9), p. 11384-11400.

Silva, M.S., Miranda, P.H.O.M, Maciel, P.M.C., Santos, R.L.S., Sousa, K.M.O., Brito, A.M.S.S., Menezes, I.R.A., Saraiva, R.A. (2021). Efeito alelopático do extrato etanólico das folhas de *Caryocar coriaceum* Wittm. sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L.. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 9 (3), p. 40-47.

Taheran, M., Naghdi, M., Brar, S.K., Verma, M., Surampalli, R.Y. (2018). Emerging contaminants: Here today, there tomorrow!. **Environmental nanotechnology, monitoring & management**, 10, p. 122-126.

Vasseur, P., Masfaraud, J., & Blaise, C. (2020). Ecotoxicology, revisiting its pioneers. **Environmental Science and Pollution Research**, 28, p. 3852-3857.

Yamamoto, N.S., Dias, C., Pereira, S., Cortez, F.S., Pusceddu, H., Santos, A.R., Guimarães, L.L. (2012). Avaliação dos efeitos biológicos do fármaco Losartan em microcrustáceos *Daphnia similiss* e *Ceriodaphnia dubia* (Crustaceae, Cladocera). **Unisanta Bioscience**, 1, p. 49-53.

Yamamoto, N.S., Pereira, C.D.S., Cortez, F.S., Pusceddu, F.H., Santos, A.R., Toma, W., Guimarães, L.L., (2014). Assessment of adverse biological effects of antihypertensive drugs Losartan and Valsartan on urchin *Lytechinus variegatus* (ECHINODERMATA, ECHINOIDEA). **Unisanta BioScience**, 3(1), p. 27–32.