

Avaliação da toxicidade dos resíduos do abacaxi utilizando o bioensaio de *Artemia salina*

Toxicity assessment of pineapple residues using the *Artemia salina* bioassay

Evaluación de la toxicidad de residuos de piña mediante el bioensayo de *Artemia salina*

Recebido: 07/09/2023 | Revisado: 27/09/2023 | Aceitado: 29/09/2023 | Publicado: 02/10/2023

Elizabeth Alves de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5827-3648>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: elizabethalvescg@gmail.com

Deyzi Santos Gouveia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3775-2727>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: deyzigouveia2012@gmail.com

Deiby Santos Gouveia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3309-466X>
Universidade Paulista, Brasil
E-mail: deiby.gouveia@gmail.com

Sinthya Kelly Queiroz Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5397-2952>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: sinthyakelly_18@hotmail.com

Kassandra Felipe

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0610-0325>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: kassandra.hiandra@estudante.ufcg.edu.br

Anna Emanuelle Soares Tomé

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2332-3369>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: annaemanuelle25@gmail.com

Maria Monique Tavares Saraiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1165-6235>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: moniquetavaresaraiva@gmail.com

Resumo

Nos últimos anos, uma especial atenção vem sendo dada para minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço e outros. Esses materiais, além de fonte de matéria orgânica, servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação e aproveitamento. Este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade dos resíduos agroindustriais do abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*) por meio do bioensaio com *Artemia salina*. Diferentes concentrações do resíduo do abacaxi (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg.kg⁻¹) foram adicionadas aos náuplios e dose letal média (DL50) foi avaliada, utilizando a análise de Probit através do software Bio Stat 2009®, obtendo-se os intervalos de confiança superior e inferior, após um período de exposição de 24 horas. Os extratos foram considerados ativos quando os valores foram < 1000 µg.mL⁻¹. Para os resíduos do abacaxi a DL50 foi de 2.215,412 µg.mL⁻¹ para um intervalo de confiança de 95%, sendo estes resíduos considerados inativos. Pode-se concluir que, os resíduos do abacaxi foram atóxicos a *Artemia salina* nas diferentes concentrações testadas.

Palavras-chave: *Ananas comosus L. Merrill*; Resíduos; Teste de toxicidade.

Abstract

In recent years, special attention has been given to minimizing or reusing solid waste generated in different industrial processes. Waste from the food industry involves appreciable amounts of peel, pit and others. These materials, in addition to being a source of organic matter, serve as a source of proteins, enzymes and essential oils, which can be recovered and used. The objective of this work was to evaluate the toxicity of agro-industrial residues from pineapple (*Ananas comosus L. Merrill*) through a bioassay with *Artemia salina*. Different concentrations of pineapple residue (0, 200, 400, 600, 800 and 1000 mg.kg⁻¹) were added to the nauplii and the average lethal dose (LD50) was evaluated using Probit analysis using the Bio Stat 2009® software, obtaining the upper and lower confidence intervals after an exposure period of 24 hours. Extracts were considered active when values were < 1000 µg.mL⁻¹. For pineapple

residues, the LD50 was 2,215.412 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for a 95% confidence interval, these residues being considered inactive. It can be concluded that the pineapple residues were non-toxic to *Artemia salina* in the different concentrations tested.

Keywords: *Ananas comosus L. Merrill*; Waste; Toxicity test.

Resumen

En los últimos años se ha prestado especial atención a minimizar o reutilizar los residuos sólidos generados en diferentes procesos industriales. Los residuos de la industria alimentaria suponen cantidades apreciables de piel, hueso y otros. Estos materiales, además de ser fuente de materia orgánica, sirven como fuente de proteínas, enzimas y aceites esenciales, que pueden recuperarse y utilizarse. El objetivo de este trabajo fue evaluar la toxicidad de residuos agroindustriales de piña (*Ananas comosus L. Merrill*) mediante un bioensayo con *Artemia salina*. A los nauplios se les agregaron diferentes concentraciones de residuo de piña (0, 200, 400, 600, 800 y 1000 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) y se evaluó la dosis letal promedio (LD50) mediante análisis Probit utilizando el software Bio Stat 2009®, obteniendo los intervalos de confianza superior e inferior después de un período de exposición de 24 horas. Los extractos se consideraron activos cuando los valores fueron $< 1000 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Para los residuos de piña, la DL50 fue de 2.215,412 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ para un intervalo de confianza del 95%, considerándose estos residuos inactivos. Se puede concluir que los residuos de piña no fueron tóxicos para *Artemia salina* en las diferentes concentraciones probadas.

Palabras clave: *Ananas comosus L. Merrill*; Desperdiciar; Prueba de toxicidad.

1. Introdução

Muito apreciado pelo seu sabor e composição nutricional, o abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*) é produzido em diferentes países contando com uma produção mundial de 28.179.348 toneladas em 2019 sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial desse fruto (FAO, 2023). No quesito composição nutricional, o abacaxi se destaca pela presença de água, fibras alimentares, carboidratos, antioxidantes, vitaminas, minerais e ácidos orgânicos, sendo seus resíduos (folhas, caules, raízes, cascas, bagaço, cilindro, coroa, efluentes) advindos do seu consumo e processamento dotados de açúcares fermentescíveis, polissacarídeos (celulose e hemicelulose) e nutrientes, possuindo assim potencial para serem utilizados para obtenção de diferentes bioprodutos. Esse destino minimizaria problemas ambientais causados pela grande produção de resíduos cuja disposição inadequada pode acarretar severos impactos ao ambiente e custos elevados para as empresas efetuarem a disposição adequada dos seus resíduos (Ancos et al., 2017; Banerjee et al., 2018; Dorta & Sogi, 2017; Torresleón et al., 2021).

A industrialização do abacaxi possui dois tipos de resíduos, o resíduo da industrialização e o resíduo cultural. O resíduo da indústria é composto pela prensagem de subprodutos como cascas, talos, coroas e cilindro e o resíduo cultural é composto por folhas, caules e raízes. O resíduo pós-colheita da planta de abacaxi é uma fonte de forragem que possui uso limitado, entretanto, apresenta potencial para o aumento da produção animal nos locais onde são cultivados (Marin et al., 2002). Da planta do abacaxi pode-se obter o farelo, que é palatável e altamente digestível, rico em carboidrato, pobre em proteína e apresenta teor elevado de fibra bruta, destacando-se como fonte de energia na alimentação (Marin et al., 2002).

De acordo com Souza (2017), o crescimento de resíduos agroindustriais é diretamente proporcional ao crescimento do mercado de frutas, assim vários resíduos são gerados após o processamento dessas frutas. Esses materiais, que na maioria são utilizados na produção industrial são cascas, frutas refugadas e o centro das frutas, ou seja, as sementes ou caroços. Diversas alternativas vêm surgindo para reaproveitar esses resíduos, tais como a geração de novos produtos. Sendo assim, o resíduo gerado durante o processamento do abacaxi tem alta capacidade de reutilização, além de reduzir o impacto ambiental e agregar valor ao produto final.

A toxicidade é uma particularidade referente a substância química que pode apresentar um potencial de produzir danos aos organismos vivos. Pode estar relacionada com o tempo de exposição e concentração da substância. (Rodriguez et al. 2009). Os efeitos da toxicidade de uma substância sobre organismos podem ser de natureza aguda ou crônica. Os efeitos agudos apresentam resultados súbitos e ligeiros em indivíduos apresentados a um estímulo; os mais frequentemente encontrados são letalidade e imobilidade (Massaro, 2006). A finalidade dos testes de toxicidade aguda é indicar a concentração de uma substância que pode acarretar danos em um conjunto de indivíduos que estão sendo avaliados. A exposição dos

indivíduos à substância testada em um intervalo de tempo variável entre 24 horas e 96 horas. Os métodos de bioensaios são opções exequíveis, de curta duração e acessíveis (Rodriguez et al. 2009).

O uso de animais aquáticos para ensaios de toxicidade é frequente, dentre eles o microcrustáceo de água salgada *Artemia salina*. A espécie é comumente utilizada devido à simplicidade de manuseio e baixo custo, favorecendo seu uso em diversos estudos, pois é possível determinar por ensaios de toxicidade aguda, a Dose Letal para 50% da população teste (DL50) dos compostos bioativos em extratos de plantas (Alves et al. 2000) e a toxicidade para este crustáceo tem demonstrado uma boa correlação com a atividade citotóxica contra tumores humanos (McLaughlin et al. 1991), sendo justificado o seu uso em bioensaios.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo determinar o potencial toxicológico dos resíduos agroindustriais do abacaxi, para nortear futuros estudos e verificar se tal espécie, amplamente utilizada nas agroindústrias, apresenta atividade tóxica, por meio do bioensaio da *Artemia salina*.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa laboratorial, de natureza quantitativa (Pereira et al. 2018). A toxicidade dos resíduos agroindustriais do abacaxi foi testada no modelo da *Artemia salina* baseada na técnica descrita por Meyer et al. (1982). Os resíduos foram obtidos em mercado local na cidade de Campina Grande, PB. As soluções foram homogêneas e para o volume final foram adicionados 5 mL de solução salina de sal marinho, obtendo-se concentrações de 0, 200, 400, 600, 800 e 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Engenharia de Alimentos - LEA pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande.

2.1 Preparo das Artemias Salinas

Para a eclosão dos cistos de *Artemia salina* realizou-se um preparo da água do mar artificial, no qual foi utilizado sal marinho (30 g), água destilada (1,5l) e o pH foi controlado entre 8 e 9, com bicarbonato de sódio. Em um aquário foram incubados os cistos (3 g), mantidos sob temperatura de 28°C, com um termostato, sob aeração constante e iluminação artificial (20 w), durante um período entre 24 horas.

2.2 Contagem dos náuplios

Após a eclosão, foram transferidos 10 náuplios para cada tubo de ensaio contendo solução salina (controle negativo), dicluconato de clorexidina 0,12% (controle positivo) e os resíduos nas diferentes concentrações (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Após 24 horas contaram-se os microcrustáceos vivos e mortos (foram considerados vivos os organismos que apresentaram movimento quando observados próximos à fonte luminosa durante dez segundos). O teste foi realizado em triplicata.

2.3 Análise estatística

Para obtenção dos valores da dose letal para matar 50% dos náuplios (DL50), foi utilizada a análise de Probit através do software Bio Stat 2009®, obtendo-se os intervalos de confiança superior e inferior, após um período de exposição de 24 horas. Os resíduos avaliados foram consideradas ativas quando, no ensaio de toxicidade sobre a *Artemia salina*, os valores foram $<1000 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da contagem de *Artemia salina* obtidos e os volumes das substâncias testadas encontram-se expostos da Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração e volume das substâncias testadas, quantidade de *Artemia salina* e porcentagem da quantidade de *Artemias salinas* mortas¹.

| Tubo de ensaio | Concentração de substância testada (mg kg ⁻¹) | Volume de solução das substâncias testadas (mL) | Quantidade de <i>Artemia sp.</i> (unidades) | Quantidade de <i>Artemia sp.</i> vivos | Mortalidade (%) |
|----------------|---|---|---|--|-----------------|
| 1 | 0 | 0,01 | 10 | 2,33 | 13,33 |
| 2 | 200 | 0,02 | 10 | 7,66 | 30 |
| 3 | 400 | 0,05 | 10 | 8,66 | 30 |
| 4 | 600 | 1 | 10 | 7 | 13,33 |
| 5 | 800 | 10 | 10 | 7 | 23,33 |
| 6 | 1000 | 100 | 10 | 8,66 | 76,66 |

¹Os valores de porcentagem foram obtidos descontando o valor da média das *artemias mortas* nos controles, através da fórmula: % mortas = (teste – controle)x100/controle. Fonte: Autores (2023).

Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico e os dados calculados pela Análise Probit, utilizando o programa estatístico Bio Stat 2009®, para todas as preparações dos resíduos estão apresentados na Tabela 2 e indicam a DL50 e os respectivos intervalos de confiança obtidos para o limite superior e inferior, com nível de intervalo de confiança = 95%.

Tabela 2 - Valores de Dose letal (DL50) e limites superiores e inferiores para os resíduos de abacaxi testados.

| | DL50 (µg.mL ⁻¹) | Limite inferior IC (µg.mL ⁻¹) | Limite superior IC (µg.mL ⁻¹) |
|---|-----------------------------|---|---|
| Casca do abacaxi (<i>Ananas comosus L. Merrill</i>) | 2.215,412 | 0,7305 | 6.719.122,7245 |

DL.: Dose letal média para 50% dos náuplios. IC.: Intervalo de confiança a 95%. Fonte: Autores (2023).

O teste de toxicidade sobre a *Artemia salina* é um ensaio biológico amplamente utilizado devido à sua rapidez, confiança e baixo custo. A relação entre o grau de toxicidade e a dose letal média (DL50) apresentada por extratos de plantas sobre larvas de *Artemia salina*, tanto extratos orgânicos, quanto extratos aquosos com valores de DL50 acima de 1000 µg.mL⁻¹, estes, são considerados atóxicos, baixa toxicidade quando a DL50 for superior a 500 µg.mL⁻¹; moderada para DL50 entre 100 a 500 µg.mL⁻¹ e muito tóxico quando a DL50 foi inferior 100 µg.mL⁻¹ (Amarante, 2011; Nguta et al. 2011).

Observando a Tabela 2 concluímos que, a DL50 do resíduo do abacaxi foi de 2.215,412 µg.mL⁻¹ apresentando-se abaixo de seu limite superior, portando sendo considerada atóxica. No ensaio de toxicidade de Santos et al. (2016), foram analisados os extratos aquoso de cajá e jamelão cujos valores de DL50 foram 4.214 µg.mL⁻¹ e 3.865 µg.mL⁻¹, respectivamente, superiores a 1000 µg.mL⁻¹, portanto sendo consideradas atóxicas.

Em um estudo que utilizou a mesma metodologia e avaliou a toxicidade da tintura de romã, o resultado da DL50 diferiu dos resultados do presente estudo, sendo considerada de moderada toxicidade (Martins et al., 2021). As tinturas de malva e calêndula apresentadas por Tchemra et al. (2022) apresentaram menor toxicidade quando comparadas ao óleo essencial de copaíba (80,77 µg.mL⁻¹) e óleo essencial de gerânio (55,04 µg.mL⁻¹), contudo apresentaram maior toxicidade quando comparada ao óleo essencial de capim-limão (900,7 µg.mL⁻¹) e a tintura de aroeira (607,87 µg.mL⁻¹) (Lima et al., 2021; Martins et al., 2021).

Estudos foram realizados com agentes naturais adicionados em enxaguatórios bucais comerciais, visando a redução de efeitos colaterais em comparação com os agentes convencionais. Braga et al. (2018) compararam a efetividade da malva com diferentes enxaguatórios bucais e verificaram que a malva possui ação anticárie comparável aos demais enxaguatórios bucais.

Assim, foi considerado uma interessante alternativa à clorexidina utilizada por Tchemra et al. (2022), uma vez que é um agente natural com baixo potencial citotóxico (Benso et al., 2015). O que corrobora com os resultados obtidos por Tchemra et al. (2022), quando observado que as tinturas de malva e calêndula apresentam menor toxicidade quando comparada à clorexidina 0,12%.

Diversos estudos vêm sendo realizados com relação à toxicidade. O estudo de Hyacienth e Almeida (2015) avaliou a toxicidade da Lamuci (*Pseudoxandra cuspidata* Maas) contra *Artemia salina* e encontrou uma toxicidade média de 605,92, resultado semelhante ao que foi encontrado para a aroeira no estudo de Martins et al., 2021). Esta toxicidade pôde ser justificada pela presença de alcaloides e/ou compostos fenólicos na planta (Hyacienth & Almeida, 2015). A espécie de *Caesalpinia férrea* (Pau ferro) também demonstrou baixa toxicidade frente à *Artemia salina*, com valor de DL50 de 822,63 (Lima et al. 2019). Resultados diferentes foram obtidos para as seguintes espécies: *Bromelia laciniosa* (Mart.), *Ex schult* (Macambira), *Caesalpinia pyramidalis* Tul (Catingueira), *Cereus jamacaru* DC (Mandacaru) e *Nopalea cochenillifera* L.Salm-Dyck (Palma), que foram consideradas atóxicas (DL50 > 1000) (Lima et al. 2019).

Diante do exposto, o bioensaio realizado com *Artemia salina*, mostrou-se bastante viável pelo custo acessível, o material ser de fácil aquisição, não precisar de equipamentos especiais e ser seguro. Apesar da técnica fornecer resultados confiáveis, ser possível controlar as variáveis, trata-se de uma avaliação preliminar de toxicidade, necessitando de avaliações com outras metodologias.

4. Conclusão

Os ensaios de toxicidade frente aos microcrustáceos de *Artemia salina* para os resíduos agroindustriais do abacaxi foram considerados atóxicas para as concentrações estudadas. Sua DL50 foi de 2.215,412 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ apresentando-se, portanto, abaixo de seu limite superior.

Mais estudos utilizando outras metodologias para teste de toxicidades destes resíduos agroindustriais podem ser realizados, como forma de comprovação dos resultados obtidos no presente estudo.

Em decorrência da análise realizada, posteriormente, pode-se realizar um novo estudo no qual seja levada em consideração, para a avaliação da toxicidade, a vida de prateleira desses resíduos de abacaxi.

Referências

- Alves, T. M. A., Silva, A. F., Brandão, M., Grandi, T. S. M., Smânia, E. F. A., Smânia Jr. A. & Zani, C. L. (2000). Biological screening of Brazilian medicinal plants. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95, 367-373.
- Amarante, C. B., Müller, A. H., Póvoa, M. M. & Dolabela, M. F. (2011). Estudo fitoquímico biomonitorado pelos ensaios de toxicidade frente à *Artemia salina* e de atividade antiplasmódica do caule de aninga (*Montrichardia linifera*). *Acta Amazônica* 41 (3), 431- 434.
- Ancos, B., Sánchez-Moreno, C. & González-Aguilar, G. A. (2017). Pineapple composition and nutrition. In: Lobo, M. G.; Paull, R. E. (2017). *Handbook of Pineapple Technology: Postharvest Science, Processing and Nutrition*. John Wiley & Sons, Ltd. 221-239.
- Banerjee, S., Ranganathan, V., Patti, A. & Arora, A. (2018). Valorisation of pineapple wastes for food and therapeutic applications. *Trends in Food Science and Technology*. 82, 60-70.
- Benso, B., Rosalen, P. L., Alencar, S. M. & Murata, R. M. (2015). *Malva sylvestris* Inhibits Inflammatory Response in Oral Human Cells. An In Vitro Infection Model. *PLoS One*, 10 (10), e0140331. 10.1371/journal.pone.0140331
- Braga, A. S., Pires, J. G. & Magalhães, A. C. (2018). Effect of a mouthrinse containing *Malva sylvestris* on the viability and activity of microcosm biofilm and on enamel demineralization compared to known antimicrobials mouthrinses. *J Biofouling*, 34 (3), 252-261.
- Dorta, E. & Sogi, D. S. (2017). Value added processing and utilization of pineapple by-products. In: Lobo, M. G. & Paull, R. E. (Orgs.). *Handbook of Pineapple Technology: Postharvest Science, Processing and Nutrition*. 1 ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2017. 196-220.
- FAO. FAOSTAT. (2023). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Hyacienth, D. C. & Almeida, S. S. M. S. (2015) Estudo fitoquímico, toxicidade em *Artemia salina* Leach e atividade antibacteriana de *Pseudoxandra cuspidata* Maas. *Biota Amazônia* 5(4), 4-7.

- Lima, M. F. F., Silva, J. W. S. A., Silva, J. K., Moura, A. H. N., Lopes, L. R. F., Cordeiro, B. A., Cordeiro, R. P. & Melo, A. F. M. (2019). Avaliação toxicológica através do bioensaio com *Artemia salina* Leach de espécimes vegetais pertencentes à caatinga. *Brazilian Journal of Health Research* 2(6), 5950-5963.
- Lima, L. R., Andrade, F. K., Alves, D. R., de Moraes, S. M. & Vieira, R. S. (2021). Anti-acetylcholinesterase and toxicity against *Artemia salina* of chitosan microparticles loaded with essential oils of *Cymbopogon flexuosus*, *Pelargonium x ssp* and *Copaifera officinalis*. *Int J Biol Macromol*, 167, 1361-1370. 10.1016/j.ijbiomac.2020.11.090
- Marin, C. M., Suttini, P. A., Sanches, J. P. F. & Bergamaschine, A. F. (2002). Potencial produtivo e econômico da cultura do abacaxi e o aproveitamento de seus subprodutos na alimentação animal. *Ciências Agrárias e da Saúde*, 2(1), 79-82.
- Martins, A. C. R., da Costa, J. K. N., Herbert, A., Farias, F. R. S., Rezende, M., Junior, V. A. K. & de Geus, J. L. (2021). Avaliação da toxicidade das tinturas de aroeira e de romã através do bioensaio com *Artemia salina*. *J Research, Society Development*, 10 (3), e52010313751-e52010313751.
- Massaro, F. C. (2006). *Estudos ecotoxicológicos com Hydra viridissima (Cnidaria: Hydrozoa)*, Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP.
- McLaughlin, J. L., Chang, C. J. & Smith, D. L. (1991). "Bench-top" bioassays for the discovery of bioactive natural products. *Studies in Natural Product Chemistry* 9, 383-409.
- Meyer, B. N., Ferrigni, N. R., Putnam, L. B., Jacobsen, L. B. & Nichols de McLaughlin, J. L. (1982). Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medicinal Plants Research* 45, 31-34.
- Nguta, J., Mbaria, J., Gakuya, D. & Kiama, S. (2011). Biological screening of Kenya medicinal plants using *Artemia salina* L. (Artemiidae). *Pharmacologyonline*, 2, 458-478.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da Pesquisa Científica. UFSM 119.
- Rodriguez, A. G., Teixeira, O. M., Salles, F. G., Vital, J. P. & Peixoto, D. S. (2009). Bioensaio com *artemia salina* para detecção de toxinas em alimentos vegetais. *Estudos Goiânia* 36 (5/6), 795-808.
- Santos, T. A., Lima, M. N. B., Rabelo, A. P. & Lobato, L. P. (2016). Adição de inulina em iogurte influencia as propriedades texturais e físico-químicas. *Congresso Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. FAURGS- Gramado/RS.
- Souza, T. S. B. (2017). Avaliação de modelos matemáticos na cinética de secagem de resíduos de abacaxi, acerola e laranja. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB.
- Tchemra, F. G. C., Pontes, M. M., Melo, A. R. de., Geus, J. L. de., Kozłowski Júnior, V. A. & Rezende, M. (2022). Avaliação da toxicidade de diferentes concentrações de tinturas de malva e calêndula através do bioensaio com *Artemia salina*. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 3, p. e20511326255. 10.33448/rsd-v11i3.26255. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26255>.
- Torres-León, C., Chávez-González, M. L., Hernández-Almanza, A., Martínezmedina, G.A., Ramírez-Guzmán, N., Londono-Hernández, L. & Aguilar, C. N. (2021). Recent advances on the microbiological and enzymatic processing for conversion of food wastes to valuable bioproducts. *Current Opinion in Food Science*, 38, 40-45.