

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA NA COMPOSIÇÃO DE EXTRATO DOS FRUTOS DE PIMENTA ROSA

*Sthefany Lorena Gemaque Dias<sup>1</sup>, Djéssica Tatiane Raspe<sup>2</sup>, Camila da Silva<sup>1,3\*</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900 Maringá-PR, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900 Maringá-PR, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Tecnologia, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800, 87506-370, Umuarama-PR, Brasil

*sthefany.dias@gmail.com*

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar os componentes principais (ACP) dos frutos da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) por meio da tecnologia de extração por líquido pressurizado (ELP). Para tanto, utilizou etanol como solvente, avaliou o efeito da temperatura (60 e 80 °C) em diferentes tempos de extração dinâmica (15, 30 e 45 min) e a composição do extrato (teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante). Os resultados foram comparados com extração por Soxhlet. Contudo, os testes avaliados no ACP corresponderam com os dados de extração, indicando que maiores níveis de CF, DPPH• e FRAP foram os resultados obtidos pela ELP sob a maior temperatura aplicada, evidenciando variabilidade total de 99,97% e altas taxas de correlação (Pearson) DPPH•/FRAP (0,97,  $p \leq 0,001$ ), DPPH•/CF (0,98,  $p \leq 0,001$ ) e FRAP/CF (0,98,  $p \leq 0,001$ ).

**Palavras-chave:** Compostos fenólicos, atividade antioxidante, *Schinus terebinthifolius* Raddi.

### 1. Introdução

Os frutos da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) apresentam em sua composição, compostos destinados ao combate de enfermidades como doenças inflamatórias, microbianas e piréticas (SILVA et al., 2017; DANNENBERG et al., 2019). A busca científica por componentes bioativos, aumentam a demanda por estudos referente a avaliação de elementos com propriedades terapêuticas (MOREIRA et al., 2004). Portanto indústrias farmacêuticas e alimentícias investigam por tecnologias e inovações para obtenção destes compostos (NORN et al., 2009; ALMEIDA et al., 2016).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

Para obtenção dos compostos contidos no interior da molécula, utiliza-se técnicas sustentáveis, como a extração por líquido pressurizado (ELP), permitindo a aplicação de altas temperaturas e pressões, sem modificar o estado líquido do solvente (PLAZA & TURNER, 2015). Essa técnica fortalece a sustentabilidade por meio da utilização de solventes verdes, além de interagir com uma ampla quantidade de componentes (LEFEBVRE et al., 2021). Portanto a ELP é destinada principalmente para extração de elementos bioativos de origem vegetal que apresentam atividade antioxidante (LEYVA-JIMÉNEZ et al., 2018; OKIYAMA et al., 2018). Esta técnica surgiu para substituir metodologias tradicionais que causam ineficiência na extração, devido ao alto custo do processo, gerando sedimentos no extrato de interesse, limitando o manuseio (MUKHOPADHYAY, 2000). Para tanto, avaliou-se o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos obtidos pela extração por líquido pressurizado e os resultados foram comparados com o método convencional. Mostrando que a ELP é uma metodologia de interesse econômico devido aos seus benefícios apresentados para obtenção de compostos bioativos.

## 2. Fundamentação teórica

A pimenta rosa é pertencente ao tipo *Sapindales*, da família *Anacardiaceae*, do gênero *Schinus*, da espécie *terebinthifolius*, com subespécie Raddi (CARNEVALI, 2014). A espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi é cultivável em biosistemas como restingas, florestas pluviais e semidecíduas de altitude (LORENZI, 2008). Partes da planta da aroeira vermelha como as cascas do caule são destinadas para o tratamento de diferentes inflamações e anomalias, bem como as enfermidades do sistema genital feminino, em razão das suas características anti-inflamatórias e cicatrizantes (LORENZI, 2008; AMORIM & SANTOS, 2003). Manifestando resultados favoráveis para atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Bacilo cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli* (SÁ JUNIOR et al., 2016).

Pesquisas apontam que o extrato de *Schinus terebinthifolius* Raddi contém grande potencial antimicrobiano contra microrganismos como *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (MOURA et al., 2011; SILVA et al., 2010). Apresentando resultados benéficos para aplicação do extrato do fruto da aroeira vermelha na cavidade oral para inibição de microrganismos como *Enterococcus faecalis* (COSTA et al., 2010). Além disso, aumentando a importância da transição de antioxidantes sintéticos por extratos naturais para uso farmacêutico e alimentício (YILDIRIM et al., 2001; ZHENG & WANG, 2001; MELO, 2002).

A extração por líquido pressurizado (ELP) é uma metodologia de interesse econômico devido ao seu processo acelerado requerendo baixo consumo de solvente (SANTOS et al., 2012) e benéfica quando comparada aos procedimentos tradicionais (ZAIBUNNISA et al., 2009).

A técnica de extração por líquido pressurizado trabalha em condições de diferentes pressões e temperaturas com objetivo de manter o solvente em seu estado líquido superior ao ponto

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

de ebulição (DUNFORD et al., 2010). Quando o fluido permanece na temperatura estável o solvente sofre mudança na pressão modificando a densidade e solvatação do meio (TEO et al., 2010). A aplicação de elevadas temperaturas favorece a intensificação da constante dielétrica, proporcionando o aumento da transferência de massa e solubilidade devido a redução da polaridade do meio. Quando exposto em alta pressão, o solvente é pressionado possibilitando a penetração no interior celular da amostra consumindo menores quantidades de solvente, obtendo maiores rendimentos de extração e menores períodos (PLAZA et al., 2010). A possibilidade de escolha de uma ampla gama de solventes torna a extração por líquido pressurizado uma técnica versátil, pois é satisfatória para separação de elementos sensíveis à deterioração causada pelo aquecimento em determinada faixa de temperatura (BARBERO et al., 2006).

### 3. Metodologia

Para a obtenção dos extratos foram utilizados frutos da pimenta rosa adquiridos no mercado local (Maringá - Paraná), etanol e *n*-hexano. Para obtenção do teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, foram utilizados *n*-hexano, metanol, ácido gálico, reagente Folin-Ciocalteu, carbonato de sódio, etanol, 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), 6-hidroxi-2,5,7,8- ácido tetrametilcromano-2-carboxílico (Trolox), 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), sulfato ferroso heptahidratado, cloreto férrico hexahidratado e etanol.

Os frutos foram separados das cascas manualmente, sendo sequencialmente moídos com o auxílio de um pistilo e almofariz para redução do tamanho da partícula de ~2,3 mm, utilizando peneira granulométrica (Bertel). Posteriormente, ambos foram armazenados separadamente em frascos âmbar protegidos da luz mediante refrigeração, para uso nas etapas de extração. As amostras para extração foram constituídas de uma mistura de frutos e cascas na proporção 7:1 (m/m), respectivamente.

O extrator foi alimentado com ~2 g de amostra e solvente no aquecimento controlado por banho de aquecimento (60 e 80 °C), até pressão de 10 MPa, foi dado início ao tempo de extração estática por 30 min, seguindo de extração dinâmica com vazão do solvente constante. As amostras foram resfriadas pela temperatura de 20 °C e coletadas, em diferentes intervalos de tempo (15, 30 e 45 min) conforme RASPE et al. (2023). A extração Soxhlet foi utilizada ~5 g de amostra e 150 mL de etanol como solvente durante 8 horas (STEVANATO & SILVA, 2019).

O teor de compostos fenólicos totais (CFT) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, descrito por SINGLETON et al. (1999). A absorvância foi determinada a 760 nm (Shimadzu, UV 1900) e os dados foram comparados com uma curva de calibração preparada com padrão de ácido gálico. A atividade antioxidante (AA) foi determinada com base na eliminação do radical DPPH e no poder antioxidante redutor férrico (FRAP), estabelecidos pelos métodos descritos por BRAND-WILLIAMS et al. (1995) e BENZIE & STRAIN, (1996), respectivamente.



Os valores médios foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA, software Statistica 8.0) e teste de Tukey, com intervalo de confiança de 95%. Os dados foram explorados através de estatística multivariada utilizando análise de componentes principais (ACP), empregando o Software de Estatística Paleontológica (versão anterior 4.03).

#### 4. Resultados

Os parâmetros de temperaturas empregadas (60 e 80 °C) em diferentes tempos de extração dinâmica, proporcionaram resultados benéficos utilizando a tecnologia por líquido pressurizado aplicando etanol como solvente. Conforme os dados apresentados na tabela 1 a temperatura demonstra ser o principal parâmetro de recuperação para obtenção dos elementos bioativos. Assim, observa-se um aumento no rendimento conforme aumento da temperatura, obtendo a maior taxa de recuperação a 80 °C - 45 min. Visto que a temperatura combinada com a pressão, permite o rompimento da parede celular da amostra, elevando a porosidade e introdução do solvente nas camadas mais internas da matriz (XU et al., 2018). Os dados obtidos nesse trabalho vão de encontro ao relatado por OSORIO-TOBÓN & MEIRELES, (2013), ao avaliarem a ELP dos compostos do açafraão com etanol, obtendo aumento no rendimento à 80 °C (10 MPa), durante 60 min de processo. Portanto, os extratos foram analisados quanto ao seu teor de CFT e AA nos diferentes parâmetros e por Soxhlet, a qual é possível verificar que a remoção de compostos ativos foi afetada pelas condições experimentais investigadas.

Tabela 1. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante dos extratos dos frutos da pimenta rosa obtido pela ELP.

Extração	T (°C)	t (min)	CF (mg GAE/g extrato)	Atividade Antioxidante	
				DPPH• (µmol TEAC/g extrato)	FRAP (µmol TEAC/g extrato)
ELP	60	15	23,26 ± 0,03 <sup>aA</sup>	126,76 ± 0,29 <sup>aA</sup>	118,33 ± 0,54 <sup>aA</sup>
		30	23,08 ± 0,08 <sup>bA</sup>	114,35 ± 0,24 <sup>bA</sup>	151,48 ± 0,01 <sup>bA</sup>
		45	46,40 ± 0,03 <sup>cA</sup>	263,45 ± 0,27 <sup>cA</sup>	320,04 ± 0,50 <sup>cA</sup>
	80	15	27,61 ± 0,01 <sup>aB</sup>	108,33 ± 0,01 <sup>aB</sup>	152,32 ± 1,54 <sup>aB</sup>
		30	30,85 ± 0,03 <sup>bB</sup>	141,08 ± 0,01 <sup>bB</sup>	163,73 ± 0,52 <sup>bB</sup>
		45	54,86 ± 0,03 <sup>cB</sup>	317,14 ± 0,26 <sup>cB</sup>	392,26 ± 0,56 <sup>cB</sup>
Soxhlet	70	180	30,21 ± 0,02	140,24 ± 0,25	215,43 ± 0,76

T: temperatura; t: tempo; CF: teor de compostos fenólicos; GAE: Equivalente de ácido gálico; TEAC: Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox. As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (em diferentes tempos e mesma temperatura) e letras maiúsculas (em diferentes temperaturas e mesmo tempo) não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

A técnica ELP (80 °C-45 min) apresentou maior teor de CFT para o extrato da pimenta rosa em comparação com Soxhlet, que foi superior a 45%, seguido por um aumento de ~56% e ~45% para AA em DPPH• e FRAP nas mesmas condições. O uso de menos tempo na ELP comparado ao Soxhlet indica menores gastos com energia e extrações mais rápida dos componentes.

A análise de componentes principais foi aplicada aos dados da Tabela 1 obtendo 98,53% para os componentes principais (PC1) e 1,44% para PC2 explicando variabilidade total de 99,97% para o conjunto de dados da ACP conforme figura 1. Os vetores correspondentes a CF, DPPH• e FRAP foram direcionados para os testes A3 e B3, esclarecendo maiores teores destes compostos nessas amostras. Os vetores FRAP e CF estão localizados no quadrante oposto aos testes A1 e A2, apresentando correlação negativa. A localização dos testes B1, B2 e S demonstra semelhança de dados em relação ao conteúdo do CF. Porém, devido ao maior teor de FRAP no teste S, esta amostra ficou mais próxima dos vetores correspondentes às análises citadas (CF e FRAP). O vetor DPPH• não apresentou correlação com os testes B1 e B2 devido à sua posição no quadrante, como mostrado pelos menores valores obtidos. Contudo, os testes A1-A3, bem como B1-B3 e S, corresponde com os resultados apresentados na tabela 1, evidenciando que maiores níveis de CF, DPPH• e FRAP foram resultado da ELP sob a maior temperatura avaliada. Altas taxas de correlação (Pearson) foram indicadas para os resultados representados pelos ensaios DPPH•/FRAP (0,97,  $p \leq 0,001$ ), DPPH•/ CF (0,98,  $p \leq 0,001$ ) e FRAP/ CF (0,98,  $p \leq 0,001$ ).

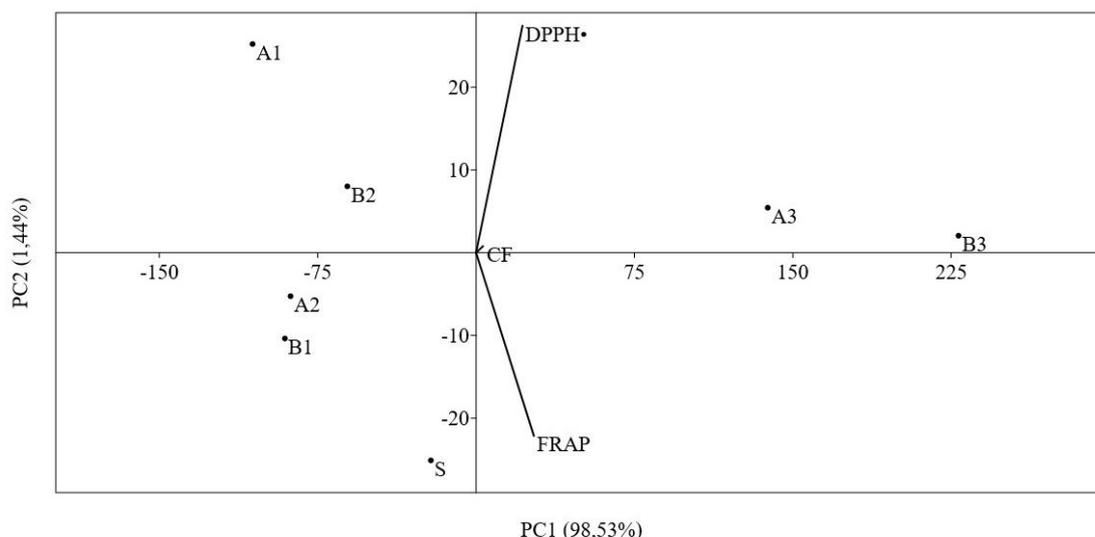


Figura 1. Análise de componentes principais (ACP) de compostos ativos (teor de CF, DPPH• e FRAP) resultantes da extração líquida pressurizada a 60 °C (A1-15, A2-30 e A3-45 min) e 80 °C (B1-15, B2-30 e B3-45 min) e extração Soxhlet (S).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## 5. Conclusões

A tecnologia de extração por líquido pressurizado evidenciou altas taxas de correlação de Pearson e variância total de 99,97% para os dados de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em DPPH• e FRAP. Indicando que maiores teores desses compostos, foram observados a 80 °C e 45 min pelo método sustentável, constando aumento de 45% para CFT comparado ao método convencional, apresentando correlação com conjunto de dados analisados.

## 6. Referências bibliográficas

ALMEIDA, P. L.; LIMA, S. N.; COSTA, L. L.; OLIVEIRA, C. C.; DAMASCENO, K. A.; SANTOS, B. A.; TYPE, P. C.; CAMPAGNOL, B. Effect of jabuticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna sausages during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 110, p. 9–10, 2016.

AMORIM, M. M. R.; SANTOS, L. C. Tratamento da vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi): ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 25, n. 2, p. 95-102, 2003.

BARBERO, G. F. M.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. Pressurized liquid extraction of capsaicinoids from peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 9, p. 3231-3236, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

CARNEVALI, T. O.; VIEIRA, M. C. V.; CARNEVALI, N. H. S.; GONÇALVES, W. V.; ARAN, H. D. V. R.; ZARATE, N. A. H. Adubos orgânicos na produção de biomassa de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Pimenta rosa). **Cadernos Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2014.

COSTA, E. M. M. B.; BARBOSA, A. S.; ARRUDA, T. A.; OLIVEIRA, P. T.; DAMETTO, F. R.; CARVALHO, R. A. Estudo in vitro da ação antimicrobiana de extratos de plantas contra *Enterococcus faecalis*. **Jornal Brasileiro Patologia Medicina Laboratorial**, v. 46, n. 3, p. 175-80, 2010.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

DANNENBERG, G. S.; FUNCK, G. D.; SILVA, V. P. FIORENTINI, A. Essential oil from pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi): Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action. **Food Control**, v. 95, p. 115-120, 2019.

DUNFORD, N. T.; IRMAK, S.; JONNALA, R. Extração com solvente pressurizado de polico-sanol de palha, gérmen e farelo de trigo. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1246-1249, 2010.

LEFEBVRE, T.; DESTANDAU, E.; LESELLIER, E. Selective extraction of bioactive compounds from plants using recent extraction techniques: A review. **Journal of Chromatography A**, p. 1635, 2021.

LEYVA-JIMÉNEZ, F. J.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; BORRÁS-LINARES, I.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; SEGURA-CARRETERO, A. Comparative study of conventional and pressurized liquid extraction for recovering bioactive compounds from *Lippia citriodora* leaves. **Food Research International**, v. 109, p. 213–222, 2018.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, v. 1, p. 384, 2008.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MOREIRA, W. Revisão de literatura e desenvolvimento científico: conceitos e estratégias para confecção. **Janus-USP**, v. 1, n. 1, 2004.

MOURA, T.; RAFFIN F. N.; SANTOS A. L. R. Evaluation of a preservative system in a gel containing hydroalcoholic extract of *Schinus terebinthifolius*. **Revista Brasileira farmacognosia**, v. 21, n. 3, p. 532-36, 2011.

MUKHOPADHYAY, M. Natural extracts using supercritical carbon dioxide. Washington: **CRC Press**, 2000.

NORN, S.; PERMIN, H.; KRUSE, P. R.; KRUSE, E. From willow bark to acetylsalicylic acid. **Dansk Medicinhistorisk Arbog**, v. 37, p. 79–98, 2009.

OKIYAMA, D. C. G.; SOARES, I. D.; CUEVAS, M. S.; CREVELIN, E. J.; MORAES, L. A. B.; MELO, M. P.; OLIVEIRA, A. L.; RODRIGUES, C. E. C. Pressurized liquid extraction of flavanols and alkaloids from cocoa bean shell using ethanol as solvent. **Food Research International**, v. 114, n. May, p. 20–29, 2018.

OSORIO-TOBÓN, J. F.; MEIRELES, A. A. Recent Applications of Pressurized Fluid Extraction: Curcuminoids Extraction with Pressurized Liquids. **Food and Public Health**, v. 3, n. 6, p. 289–303, 2013.



PLAZA, M.; SANTOYO, S.; JAIME, L.; REINA, G. G-B.; HERRERO, M.; SEÑORÁNS, F. J. Rastreo de compostos bioativos de algas. **Journal Pharmaceutical Biomedical Analysis**, v. 51, n. 2, p. 450-455, 2010.

PLAZA, M.; TURNER, C. Pressurized hot water extraction of bioactives. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 71, p. 39–54, 2015.

RASPE, D. T.; SILVA, C.; COSTA, S. C. Pressurized liquid extraction of compounds from Stevia leaf: Evaluation of process variables and extract characterization. **The Journal of Supercritical Fluids**, p. 193, 2023.

SÁ JUNIOR, P. F.; MUNIZ, E. B.; PEREIRA, N. A.; OLIVEIRA, M. A. S. Atividade antimicrobiana in vitro dos extratos aquosos, hidroalcoólicos e alcoólicos de espécies da família *anacardiaceae*. **Revista de Ciências Medicina Biológica**, v. 15, n. 1, p. 56-61, 2016.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; ANGELA, M.; MEIRELES, A. Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 3, p. 444-452, 2012.

SILVA, A. B.; SILVA, T.; FRANCO, E. S.; RABELO, A. S.; LIMA, E. R.; MOTA, R. A. Antibacterial activity, chemical composition, and cytotoxicity of leaf's essential oil from Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*, Raddi). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n. 1, p. 158-63, 2010.

SILVA, M. M.; IRIGUCHI, E. K. K.; KASSUYA, C. A. L.; VIEIRA, M. C.; FOGGIO, M. A.; CARVALHO, J. E.; RUIZ, A. L. T. G.; SOUZA, K. P.; FORMAGIO, A. S. N. *Schinus terebinthifolius*: phenolic constituents and in vitro antioxidant, antiproliferative and in vivo anti-inflammatory activities. **Revista Brasileira**, v. 27, p. 445–452, 2017b.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods Enzymol**, v. 299, p. 152–178, 1999.

STEVANATO, N.; SILVA, C. Radish seed oil: Ultrasound-assisted extraction using ethanol as solvent and assessment of its potential for ester production. **Industrial Crops & Products**, v. 132, p. 283-291, 2019.

TEO, C. C.; TAN, S. N.; YONG, J. W. H.; HEW, C. S.; ONG, E.S. Pressurized hot water extraction (PHWE). **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 16, p. 2484-2494, 2010.

XU, B.; WEI, B.; REN, X.; LIU, Y.; JIANG, H.; ZHOU, C.; MA, H. Dielectric pretreatment of rapeseed 1: influence on the drying characteristics of the seeds and physico-chemical properties of cold-pressed oil, **Food Bioprocess Technology**, v. 11, p. 1236–1247, 2018.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4083-4089, 2001.

ZAIBUNNISA, H.; NORASHIKIN, S.; MAMOT, S.; OSMAN, H. An experimental design approach for the extraction of volatile compounds from turmeric leaves (*Curcuma domestica*) using pressurised liquid extraction (PLE). **Lwt - Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 233-238, 2009.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5165-5170, 2001.