

## OBTENÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE SAPOTI (Manilkara zapota (L.) P. Royen) PELO MÉTODO DE EXTRAÇÃO COM SOLVENTES

### OBTAINING BIOACTIVE COMPOUNDS FROM SAPOTI (Manilkara zapota (L.) P. Royen) RESIDUE BY METHOD OF SOLVENT EXTRACTION

Tracy Anne Cruz Aquino<sup>1</sup>; Larissa de Almeida Soares<sup>2</sup>; Luciana Cristina Lins de Aquino Santana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PROCTA

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil – [aquino.tac@gmail.com](mailto:aquino.tac@gmail.com)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PROCTA

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil – [larissasoaresgbi@gmail.com](mailto:larissasoaresgbi@gmail.com)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PROCTA

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil – [aquinoluciana@hotmail.com](mailto:aquinoluciana@hotmail.com)

#### Resumo

*O sapoti é uma fruta sazonal, de potencial biotecnológico pouco explorado, que apresenta curta vida de prateleira e alta perda na época de produção. No entanto durante o processamento do fruto são gerados resíduos (casca e sementes) os quais comumente são descartados ou utilizados para alimentação animal. Visando agregar valor aos resíduos do sapoti, o objetivo deste trabalho foi determinar os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais em casca e semente de sapoti através da extração com solventes orgânicos. Os extratos foram obtidos, a partir de casca e sementes de sapoti secos e triturados, utilizando os solventes água destilada ou etanol nas concentrações de 40%, 50%, 60%, 70% e 80%, na proporção 1:5 (sólido: solvente), homogeneizados sob agitação orbital à 200 rpm, temperatura de 30 °C durante 60 min, filtradas e o sobrenadante obtido foi analisado quanto ao teor de compostos fenólicos totais e teor de flavonoides totais. Os maiores teores de compostos fenólicos em extratos de casca de sapoti foram obtidos em etanol 50% (148,0 mg EAG/ 100g de resíduo) e em extratos de semente com água destilada (39,3 mg EAG/ 100g de resíduo) e etanol 50% (38,2 mg EAG/ 100g de resíduo). Em relação ao teor de flavonoides totais em ambos os resíduos o etanol 80% destacou-se como melhor solvente, obtendo-se valores de 65,5 mg QCE/100g de resíduo em extrato de casca, e 50,6 mg QCE/100g de resíduo em extrato de semente. Os resíduos de sapoti demonstraram potencial para aplicação futura como fontes de compostos bioativos.*

**Palavras-chave:** fenólicos; flavonoides; fruta exótica; sapoti.

#### Abstract

*Sapoti is a seasonal fruit, with little exploited biotechnological potential, which has a short shelf life and high loss during the production season. However during the processing of the fruit residues (peel and seeds) are generated which are commonly discarded or used for animal feed. Aiming to add value to sapoti residues, the objective of this work was to determine the levels of total phenolic compounds and total flavonoids in sapoti peel and seed by extraction with organic solvents. The extracts were obtained from dried and ground sapodilla peel and seeds using distilled water or ethanol at 40%, 50%, 60%, 70% and 80% concentrations in a 1:5 ratio (solid: solvent),*

*homogenized under orbital agitation at 200 rpm, 30 ° C for 60 min, filtered and the supernatant obtained was analyzed for total phenolic compound content and total flavonoid content. The highest contents of phenolic compounds in sapodilla bark extracts were obtained in 50% ethanol (148.0 mg EAG / 100g residue) and in distilled water seed extracts (39.3 mg EAG / 100g residue) and ethanol. 50% (38.2 mg EAG / 100g residue). Regarding the total flavonoid content in both residues, 80% ethanol stood out as the best solvent, obtaining values of 65.5 mg QCE / 100g of residue in bark extract, and 50.6 mg QCE / 100g of residue in seed extract. Sapoti residues have shown potential for future application as sources of bioactive compounds.*

**Key-words:** phenolic; flavonoids; exotic fruit; sapodilla.

## 1. Introdução

O sapoti (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen), é uma espécie frutífera climatérica e exótica que apresenta características sensoriais agradáveis pelo alto teor de sólidos solúveis entre 15 e 25,98 °Brix, baixa acidez em torno de 0,083 (ácido málico g/100g), pH próximo a 5,0 e umidade de 75% (MORAIS *et al*, 2006; OLIVEIRA, AFONSO E COSTA, 2011). O fruto tem um período de vida útil curto, em média 8 a 10 dias após a colheita, gerando uma perda estimada de 20 a 30% da produção em países tropicais (MORAIS *et al*, 2006).

A disponibilidade desta matéria-prima e o potencial inexplorado deste produto podem se tornar interessantes à área da biotecnologia, onde resíduos (casca e semente) tem incentivado os pesquisadores à realizar estudos sobre compostos bioativos como ácidos fenólicos e flavonóides os quais têm demonstrado atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante entre outros efeitos à saúde humana (NASCIMENTO, 2016). Pesquisadores têm determinado teores de compostos fenólicos totais, flavonóides totais, antocianinas e atividade antioxidante de polpa e casca de sapoti e obtiveram resultados promissores (ALMEIDA *et al*, 2011; CAN-CAUICH *et al*, 2017). Não foram encontrados relatos sobre a determinação de compostos bioativos em sementes de sapoti.

Sabe-se que o teor de compostos bioativos de um resíduo vegetal pode variar de acordo com o tipo e concentração dos solventes utilizados. Desta forma este trabalho objetivou determinar os teores de compostos fenólicos totais e flavonóides totais em casca e semente de sapoti através da extração com solventes orgânicos.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Sapoti

O sapoti é a espécie frutífera mais conhecida da família Sapotaceae. Nativo do sul do México e da América Central, espalhou-se por toda a América tropical (BANDEIRA *et al*, 2003; JUNIOR *et al*, 2014). No Brasil, o sapotizeiro teve uma adaptação muito boa, principalmente no Nordeste brasileiro, em estados como Pernambuco que se sobressai como o maior produtor nacional, seguido de estados como Bahia, Ceará, Pará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe, na região centro-sul, em municípios como Lagarto e Boquim onde as condições climáticas são bastante favoráveis ao seu desenvolvimento e produção (JUNIOR *et al*, 2014).

A polpa de Sapoti é succulenta, de coloração marrom-escura, avermelhada ou amarelada, de textura macia ou granular, sem acidez ou fibras e tem sabor doce e agradável (JUNIOR *et al*, 2014). É consumido principalmente na sua forma in natura, mas também é muito utilizado na indústria de sucos, sorvetes e geleias, já na indústria internacional é utilizado para a fabricação de doces, refrescos, conservas, geleias e xaropes (COSTA *et al*, 2017). Por se tratar de um fruto sazonal e climatérico as perdas causam um desestímulo aos produtores, desta forma, o desenvolvimento de novos produtos serve de motivação para o aproveitamento do mesmo.

No processamento do sapoti também são gerados um grande volume de subprodutos sólidos sem interesse comercial, denominados resíduos de frutas, sendo estes sementes, cascas e polpa residual, e que pode ser melhor explorado para a produção de substâncias altamente valorizadas (BARROS *et al*, 2017). Geralmente os resíduos vegetais são uma boa fonte natural de carboidratos, polissacarídeos e moléculas bioativas, como proteínas, vitaminas, minerais e antioxidantes (KOWALSKA *et al*, 2017).

“Os compostos bioativos são metabólitos secundários presentes em todo o reino vegetal e são considerados ingredientes não nutritivos, mas vitais para a manutenção da saúde humana” (PATIL *et al*, 2009). Estudos recentes relacionam o consumo de polifenóis na prevenção de doenças degenerativas, particularmente cânceres, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas (TSAO, 2010). Os compostos fenólicos podem ser divididos em alguns grupos de acordo com sua estrutura química: flavonóides (isoflavonóides, antocianidinas, flavanóis, flavonóis, flavanonas e flavonas) e não-flavonóides (ácidos hidroxicinâmicos e hidroxibenzóicos, estilbenoides, lignóides e cumarinas) (BARROS *et al*, 2017).

## 2.2. Compostos Bioativos do Sapoti

Alguns pesquisadores têm verificado os teores de compostos bioativos da polpa e casca de sapoti. Almeida *et al* (2011) ao estudar compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas exóticas do nordeste brasileiro, obtiveram extrato de polpa de sapoti em metanol 60%, contendo 3,9 mg ácido ascórbico/100 g, 0,46 mg de antocianinas totais/100 g, 13,5 mg EAG/100 g e atividade antioxidante de  $0,99 \pm 0,11 \mu\text{M/g}$  e  $0,17 \pm 0,001 \mu\text{M/g}$  em ABTS e DPPH, respectivamente (ALMEIDA *et al*, 2011). Can-Cauich *et al* (2017) ao obter extrato de casca de sapoti em metanol por agitação (160 rpm) a 25 °C por 24 h, obtiveram teor de compostos fenólicos totais de 0,21 g EAG/100 g de resíduo e teor de flavonóides totais de 0,43 g QCE/100 g de resíduo. Monteiro *et al* (2018) avaliaram o extrato de sapoti em etanol 50% e obtiveram teor de compostos fenólicos totais de 9,22 EAG/100 g.

Não foram encontrados relatos sobre os teores de compostos bioativos em semente de sapoti.

O método de extração é crucial na obtenção de compostos bioativos, uma vez que é necessário extrair o componente químico necessário da planta para posterior separação e caracterização.

Esta inclui tarefas prévias como pré-lavagem, secagem de materiais, trituração, escolha da cinética de extração analítica e também a eficiência do contato da superfície da amostra com o solvente. Estas ações devem assegurar que potenciais componentes ativos não sejam perdidos, distorcidos ou destruídos durante a preparação da amostra (SASIDHARAN *et al*, 2011).

Recentemente, métodos mais rápidos e automatizados, incluindo extração com fluido supercrítico, extração líquida pressurizada ou extração assistida por micro-ondas, extração por ultrassom e extrator de solvente acelerado, têm sido usados (NAYAK *et al*, 2015).

Geralmente estes métodos estão associados a algum tipo de solvente a água é o solvente mais comumente utilizado nas indústrias de alimentos, porém “a água é eficaz apenas como solvente de extração para compostos bioativos polares e hidrofílicos; é menos eficaz para compostos não polares e hidrofóbicos” (ZAINAL-ABIDIN *et al*, 2017). Desta forma é necessária a utilização de diferentes solventes orgânicos.

A extração de solvente é o meio mais comum de recuperar compostos fenólicos de materiais vegetais devido à simplicidade da técnica, eficiência e uma ampla gama de possíveis aplicações (LIM *et al*, 2019). De acordo com Dent *et al* (2013) e Ho & Chun (2019) solventes como clorofórmio, metanol, etanol, acetona, acetato de etila e outros, com longo tempo de duração, e em

diferentes frações de volume em água têm sido comumente usados para a extração de polifenóis em diferentes plantas.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Materiais**

Os frutos de sapoti maduros foram obtidos no Mercado Municipal de Aracaju-SE e transportados ao Laboratório, onde foram sanitizados em água clorada (200 mg/L por 15 min) e despulpados manualmente para separação das cascas, sementes e polpa. Os resíduos (cascas e sementes) foram secos a 50°C em estufa de circulação de ar por 24 h, e em seguida triturados em liquidificador, peneirados em peneira, e armazenadas em sacos “ziplock” à temperatura ambiente até seu uso.

#### **3.2. Preparação dos Extratos**

Os extratos da casca e semente de sapoti foram obtidos com água destilada e etanol nas concentrações de 40%, 50%, 60%, 70% e 80%, na proporção 1:5 (sólido: solvente) de acordo com metodologia adaptada de Valvi *et al* (2011). Em seguida as amostras foram homogeneizadas em shaker orbital a 200 rpm, temperatura de 30 °C durante 60 min, filtradas em papel filtro e o sobrenadante obtido foi analisado quanto ao teor de compostos fenólicos totais e teor de flavonoides totais.

#### **3.3. Determinação do Teor de Fenólicos Totais**

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia de Folin-Ciocalteu, descrita por Shetty *et al.* (1995) adaptada, utilizando ácido gálico como padrão. Alíquotas de 1mL dos extratos foram transferidos para tubos de ensaio, seguidos de 1mL de solução de etanol 95%, 5 mL de água destilada e 0,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu 1N, e de homogeneização em vortex. Então, adicionou 1 mL de solução de carbonato de sódio 5% (p/v), seguindo uma nova homogeneização e os tubos de ensaio foram mantidos sobre o abrigo da luz por 60 min. O mesmo procedimento é realizado substituindo a amostra pelo solvente para obtenção do branco.

As amostras tiveram suas absorvâncias medidas no comprimento de onda de 725 nm, e a quantificação destes extratos foi feita através de uma curva de calibração construída por diferentes concentrações de ácido gálico (0-150 mg/L), a fim de converter as absorvâncias e expressar os resultados em termos de miligramas de ácido gálico equivalente (EAG) por 100 g do resíduo em base seca (mg EAG/100g).

### 3.4. Determinação do Teor de Flavonoides Totais

A quantificação de flavonoides totais nos extratos dos resíduos foi realizada segundo metodologia descrita por Meda *et al.* (2005), com algumas alterações. Alíquotas de extrato (2 mL) foram colocadas em tubos de ensaio com adição de (2 mL) de cloreto de alumínio 2% (p/v), e homogeneizados em vortex, seguido de repouso no escuro por 30 minutos. O mesmo procedimento foi realizado substituindo a amostra pelo solvente para obtenção do branco. As absorvâncias das amostras foram lidas à 415 nm. A concentração total de flavonoides totais foi determinada através de uma curva de calibração construída a partir de diferentes concentrações de ácido gálico (0-100 mg/L). Os resultados foram convertidos e expressos em termos de miligramas de quercetina (QCE) por 100g de resíduo em base seca (mg QCE/100 g).

### 3.5 Estatística

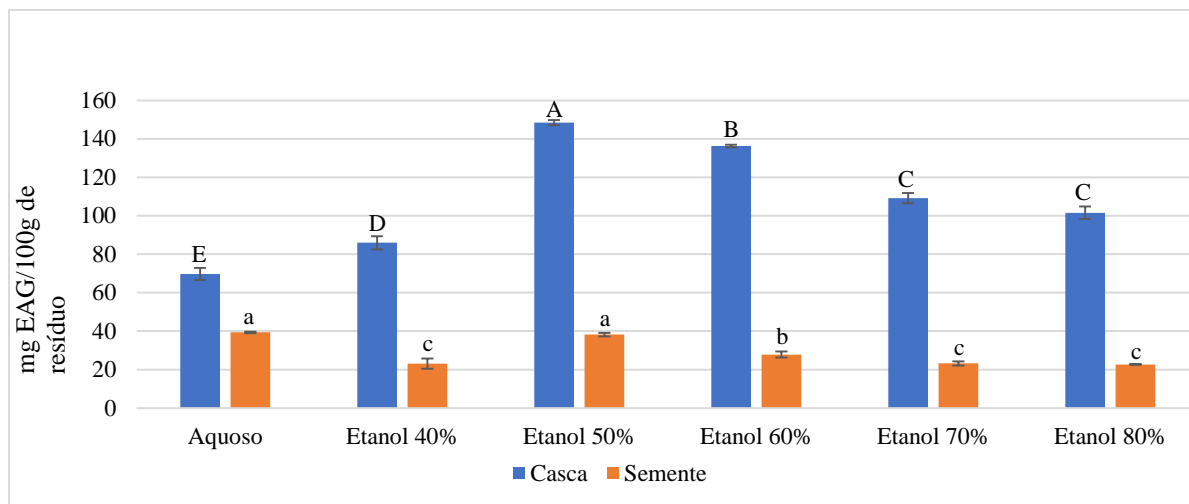
Os resultados foram expressos em função da média e desvio padrão. Para a comparação das médias, uma análise de variância (ANOVA) será realizada, bem como o teste de Tukey, com significância de 5%, utilizando o programa SISVAR.

## 4. Resultados e Discussão

Os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais dos resíduos de sapoti extraídos com os diferentes solventes (água destilada, e etanol 40% a 80%) estão demonstrados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. A casca de Sapoti em etanol 50% foi o extrato com maior teor de fenólicos totais (148,4 mg EAG/100g de resíduo) (Figura 1), diferindo estatisticamente das demais amostras ( $p < 0,05$ ). A menor extração em casca (69,8 mg EAG/100g de resíduo) foi observado no solvente aquoso diferindo significativamente das demais amostras ( $p < 0,05$ ). Para a semente, os extratos aquoso e em etanol 50% não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) sendo os valores de 39,3 e 39,1 mg de EAG/100g de resíduo, respectivamente. Para semente, os extratos em etanol 40%,

etanol 70% e etanol 80% não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ), e demonstraram os menores valores 23,1, 23,2 e 22,6 mg EAG/100g de resíduo, respectivamente.

Figura 1 – Teor de compostos fenólicos totais nos extratos de resíduos de sapoti (média±desvio padrão).



Fonte: Autoria própria (2019).

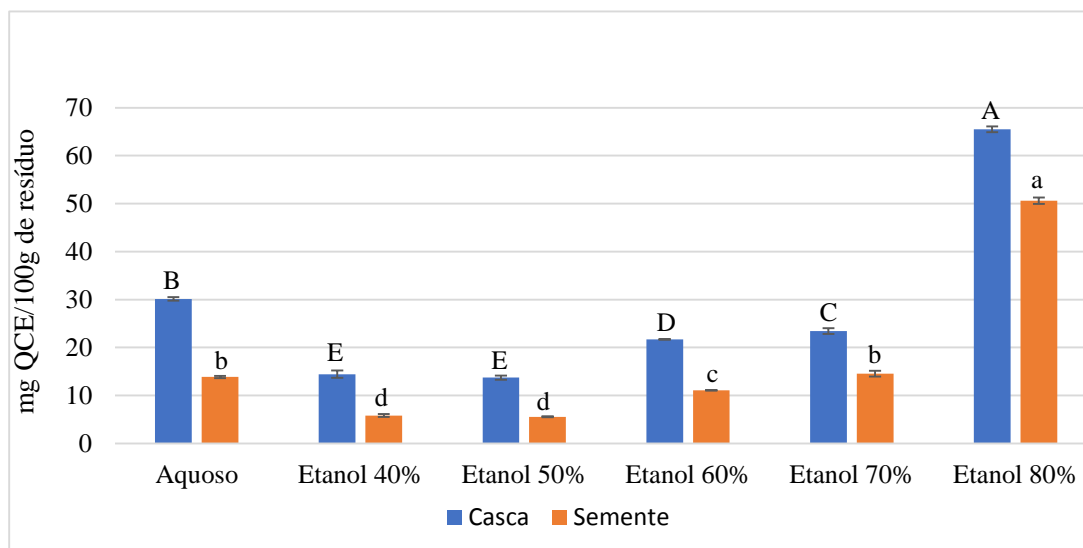
Diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os valores médios de extratos de casca; diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os valores médios de extratos de semente, de acordo com o teste de Tukey.

Em relação aos flavonoides totais, foi observado que para casca e semente o solvente etanol 80% destacou-se como melhor extrator, diferindo estatisticamente das demais amostras ( $p<0,05$ ) com valores de 65,5 e 50,6 mg de QCE/100g de resíduo, respectivamente (Figura 2). Os menores valores foram obtidos nos extratos de casca em etanol 40 e 50%, 14,4 e 13,7 mg de QCE/100g de resíduo, respectivamente, e não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ). Em relação aos extratos de semente os menores teores também foram em etanol 40 e 50%, não diferindo estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ), sendo os valores de 8,8 e 5,6 mg de QCE/100g de resíduo, respectivamente.

Em suma, os extratos em etanol foram mais efetivos para a extração de compostos dos resíduos de sapoti. Segundo Casagrande *et al* (2018) a baixa toxicidade do etanol torna o solvente promissor para a extração de compostos bioativos de resíduos vegetal, podendo ser incluído na composição de alimentos, produtos farmacêuticos ou cosméticos.

Alguns pesquisadores têm obtido valores inferiores aos obtidos neste trabalho, Almeida *et al* (2011) obtiveram teor de fenólicos totais de 13,5 mg EAG/100 g de resíduo (base úmida) em extrato de polpa de sapoti em metanol 60% e Can-Cauich *et al* (2017) obtiveram 0,21g EAG/100 g de resíduo e 0,43 mg de QCE/100g de resíduo no extrato de casca em metanol.

Figura 2 – Teor de flavonoides totais dos extratos de resíduos de sapoti (média±desvio padrão).



Fonte: Autoria própria (2019)

Diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios de extratos de casca; diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios de extrato de semente, de acordo com o teste de Tukey.

## 5. Conclusões

Neste trabalho avaliou-se os teores de fenólicos totais e flavonoides totais em casca e sementes de sapoti. Os resíduos de sapoti analisados demonstraram interessante teor de fenólicos e flavonoides totais. A casca demonstrou maiores teores destes compostos quando comparado as sementes, sendo o etanol nas concentrações de 50 e 80%, o melhor solvente para a extração. Através deste estudo, verificou-se o potencial tecnológico de obtenção de extratos etanólicos da casca de sapoti como fonte natural de compostos bioativos. Tais extratos poderão despertar interesse futuro para o isolamento de compostos de interesse industrial ou aprofundar a pesquisa para a aplicação como antioxidantes naturais na área de alimentos, farmácia ou cosmético.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Sergipe e à CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior, pelo suporte neste trabalho.

## Referências

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155–2159, 2011.



- BANDEIRA, C. L.; MESQUITA, A. L. M.; AQUINO, A. R.L.; JUNIOR, A. T. C.; SANTOS, F. J. de S.; OLIVEIRA, F. N. S.; NETO, J. S.; BARROS, L. M.; SOBRINHO, R. B.; LIMA, R. N.; OLIVEIRA, V. H. O Cultivo do Sapotizeiro. Circular técnica nº13. Embrapa. Fortaleza, v. 1. 2003.
- BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADAI, M.; NUNES, M. L.; NARENDRA NARAIN, N. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. **Food Research International**, v. 102, p. 84–92, 2017.
- CAN-CAUICH, C. A.; SAURI-DUCH, E.; BETANCUR-ANCONA, D.; CHEL-GUERRERO, L.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; CUEVAS-GLORY, L. F.; PÉREZ-PACHECO, E.; MOO-HUCHIN, V. M.. Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 501–506, 2017.
- CASAGRANDE, M; ZANELA, J.; JÚNIOR, A.W.; BUSO, C.; WOUK, J; IURCKEVICZ, G.; MALFATTI, C.R.M. Influence of time, temperature and solvent on the extraction of bioactive compounds of *Baccharis dracunculifolia*: *In vitro* antioxidant activity, antimicrobial potential, and phenolic compound quantification. *Industrial Crops & Products*, v. 125, p. 207–219, 2018.
- COSTA, L. N.; FREITAS, W. E. S.; MORAIS, P. L. D.; MORAIS, D. L.; MENDONÇA, V. Efeito da adubação nitrogenada nos caracteres físico, físico-químico e potencial antioxidante do sapoti (*Manilkara zapota* (L). P.Royen) em diferentes estádios de desenvolvimento. **Acta Agronômica**, Ceará, v. 66, n. 4, p. 480-485, 2017.
- DENT, M.; DRAGOVIC-UZELAC, V.; PENIC, M.; BRNCIC, M.; BOSILJKOV, T.; LEVAJ, B. The Effect of Extraction Solvents, Temperature and Time on the Composition and Mass Fraction of Polyphenols in Dalmatian Wild Sage (*Salvia officinalis* L.) Extracts. **Food Technology and Biotechnology**, v. 51, n. 1, p. 84-91, 2013.
- HO, T. C.; CHUN, B.-S. Extraction of bioactive compounds from *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk. using subcritical water and conventional solvents: A Comparison Study. **Journal of Food Science**, v.84, p. 1201-1207, 2019.
- JUNIOR, J. F.S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, R. J. M.; O sapotizeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 086-099, mar. 2014.
- KOWALSKA, H.; CZAJKOWSKA, K.; CICHOWSKA, J.; LENART, A. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p. 150-159, 2017.
- LIM, K. J. A.; CABAJAR, A. A.; LOBARBIO, C. F. Y.; TABOADA, E.; LACKS, D. J. Extraction of bioactive compounds from mango (*Mangifera indica* L. var. Carabao) seed kernel with ethanol–water binary solvent systems. **Journal of Food Science and Technology**, v.56, n. 5, p.2536-2544, 2019.
- MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, p. 571–577, 2005.
- MONTEIRO, S. S.; KARNOPP, G.; MICHELON, N.; ARANTES, A. C. N. R.; MONEGO, M. A.; KIPPER, D. K.; SOQUETTA, M. B.; WAGNER, R.; ROSA, C. S. Influence of preservation by heat and cold on the physicochemical and microbiological characteristics, bioactive compounds of pulp from sapota-do-Solimões (*Quararibea cordata*). **CyTA- Journal of Food**, v.16, n. 1, p.85-96, 2018.

MORAIS, P. L. D.; OLIVEIRA, L. C. de; ALVES, R. E.; ALVES, J. D.; ALVES, A.P. Amadurecimento de sapoti (*Manilkara zapota* L.) submetido ao 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28 n. 3, p. 369- 373, dez. 2006.

NASCIMENTO, K. S. do. Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* do estado do Rio Grande do Sul. 2016. 82p. Dissertação de mestrado- Departamento de alimentos e nutrição experimental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NAYAK, B.; DAHMOUNE, F.; MOUSSI, K.; REMINI, H.; DAIRI, S.; AOUN, O.; KHODIR, M. Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels. **Food Chemistry**, v. 187, p. 507–516, 2015.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 342-348, abr-jun. 2011.

PATIL, B. S.; JAYAPRAKASHA, G. K.; CHIDAMBARA MURTHY, K.N.; VIKRAM, V. Bioactive Compounds: Historical Perspectives, Opportunities, and Challenges. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 18, p. 8142–8160, 2009.

SASIDHARAN, S.; CHEN, Y.; SARAVANAN, D.; SUNDRAM, K.M.; LATHA, L. Y. Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Plants' Extracts. **African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2011.

SHETTY, K.; CURTIS, O. F.; LEVIN, R. E.; WITKOWSKY, R.; ANG, W. Prevention of verification associated with in vitro shoot culture of oregano (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. **Journal of Plant Physiology**, v. 147, p. 447-451, 1995.

TSAO, R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. **Nutrients**, v. 2, n. 12, p. 1231–1246, 2010.

ZAINAL-ABIDIN, M. H.; HAYYAN, M.; HAYYAN, A.; JAYAKUMAR, N. S. New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review. **Analytica Chimica Acta**, v. 979, p. 1-23, 2017.

VALVI, S.R.; RATHOD, V. S.; YESANE, D. P. Screening of three wild edible fruits for their antioxidant potential. **Current Botany**, v. 2, p. 48-52, 2011.