

AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DA MISTURA DE CASCA E SEMENTES DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) SUBMETIDA AO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO

Tacila Rayane Jericó Santos – tacilarayane@hotmail.com

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Renorbio-SE - Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Bioengenharia - Universidade Federal de Sergipe

Paula Ribeiro Buarque Feitosa – paularbruarque@yahoo.com.br

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Renorbio-SE - Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Bioengenharia - Universidade Federal de Sergipe

Luciana Cristina Lins de Aquino Santana – aquinoluciana@hotmail.com

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Renorbio-SE - Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Bioengenharia - Universidade Federal de Sergipe

Resumo— A fermentação em estado sólido (FES) é considerada uma técnica alternativa para a extração e/ou produção de compostos bioativos. Diante disto, este estudo teve como objetivo determinar o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante de extratos aquosos da mistura de casca e sementes de tamarindo (*Tamarindus indica*) submetida ou não a FES com o fungo *Aspergillus niger*. A FES foi realizada em placas de Petri contendo o resíduo com umidade inicial de 70% e suspensão de esporos na concentração de 2×10^7 esporos/g de resíduo sendo incubadas à 30°C por 168 h. Os maiores teores de compostos fenólicos (227,90 mg EAG/100 g resíduo em base seca) e flavonoides totais (76,89 mg QCE/g resíduo em base seca) foram obtidos após a fermentação do resíduo por 72h. Ambos extratos do resíduo fermentado (349,14 $\mu\text{mol trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ resíduo) e não fermentado (348,24 $\mu\text{mol trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ resíduo) demonstraram maior atividade antioxidante pelo método DPPH. Os extratos do resíduo fermentado e não fermentado de tamarindo demonstraram potencial como fonte natural de compostos bioativos.

Palavras-chave – antioxidante, compostos bioativos, resíduo de fruta, fenólicos

Abstract— Solid state fermentation (FES) is considered an alternative technique for the extraction and/or production of bioactive compounds. This study aimed to determine the content of bioactive compounds and antioxidant activity of aqueous extracts of mixed peel and seeds of tamarind (*Tamarindus indica*) submitted or not to FES with *Aspergillus niger* fungus. The FES was performed in Petri dishes containing the residue with 70% initial moisture and spore suspension at a concentration of 2×10^7 spores/g of residue, being incubated at 30°C for 168 h. The highest levels of phenolic compounds (227.90 mg GAE/100 g residue on dry basis) and total flavonoids (76.89 mg QCE/g residue on dry basis) were obtained after fermentation of the residue for 72h. Both extracts of the fermented (349.14 $\mu\text{mol trolox/g}$ residue) and unfermented (348.24 $\mu\text{mol trolox/g}$ residue) residue showed higher antioxidant activity by the DPPH method. Extracts of fermented and unfermented tamarind residue showed potential as a natural source of bioactive compounds.

Keywords – antioxidant, bioactive compounds, fruit residue, phenolics.

1 INTRODUÇÃO

A extração de compostos bioativos é uma alternativa de valorização de resíduos de frutas, uma vez que vários estudos têm demonstrado que subprodutos de frutas mostram um teor relevante destes compostos, como, flavonoides, antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos (JARDINI e MACINNI-FILHO, 2007; MELO e ANDRADE, 2010; ALMEIDA et al., 2016), os quais são amplamente reconhecidos pelas suas propriedades promotoras de saúde e aplicações tecnológicas, como antioxidantes e antimicrobianos, representando, portanto, potenciais fontes naturais dessas substâncias (JORGE e MALACRIDA, 2008).

-De acordo com Dey et al. (2016), a junção de técnicas (convencional e não convencional) é considerada uma alternativa importante no intuito de aumentar o rendimento de compostos bioativos presentes nos resíduos. Pois, somente o método convencional de extração não permite a liberação completa dos fenólicos ligados a partir de materiais vegetais. Atualmente, estudos demonstram que a fermentação em estado sólido (FES) pode levar a maiores rendimentos e melhores características que a fermentação submersa (FS), além de ser considerado um bioprocessamento com grande potencial para utilização de subprodutos agroindustriais de baixo custo (AJILA et al., 2011).

Portanto, o conhecimento do conteúdo de compostos bioativos de resíduos de tamarindo (*Tamarindus indica*) visa agregar valor comercial e industrial, contribuir para o reaproveitamento e propor alternativas para ciência dos alimentos. Neste contexto, este estudo teve como objetivo investigar o teor de compostos bioativos e antioxidante da farinha da mistura de cascas e sementes de tamarindo submetida ao bioprocessamento de fermentação em estado sólido utilizando o fungo *Aspergillus niger*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O processamento de frutas tropicais exóticas apresenta uma grande quantidade de subprodutos gerados pela produção de sucos, geleias, doces e frutas frescas. Estima-se que aproximadamente 30% a 90% desses frutos sejam subprodutos incluindo casca, semente e polpa (AYALA-ZAVALA et al., 2011). O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é uma fruta tropical exótica com utilização principalmente para o consumo *in natura* ou produção de polpa de fruta, cujo processo resulta em grande quantidade de resíduos que geralmente não são aproveitados comercialmente, ocorrendo seu descarte (AKAJIAKU et al., 2014). Tornando assim, importante estudos que possam agregar valor a este subproduto.

A partir das altas quantidades de compostos bioativos presentes em cascas e sementes na maioria das frutas exóticas, pode ser possível usar essas partes não comestíveis na indústria alimentícia como aditivos naturais, agentes aromatizantes e/ou antimicrobianos, bem como para o enriquecimento ou desenvolvimento de novos produtos (SANTOS e SANTANA, 2019).

A exploração dos subprodutos de frutas como fonte de compostos bioativos é considerada um campo promissor que requer técnicas que proporcione uma extração eficiente dos seus compostos. É importante destacar que, estudos recentes demonstraram que os processos de fermentação microbiana estabelecem uma poderosa ferramenta para melhorar a biodisponibilidade de compostos bioativos, devido à sua eficácia e vantagens ambientais (DULF et al., 2016).

Os microrganismos utilizados na FES, como, fungos produzem naturalmente enzimas que degradam a parede celular, gerando uma hidrólise (JAMAL et al., 2011) e mobilização de compostos para extração com solvente. Além disso, esse processo biotecnológico é econômico e fácil de implementar, pois requer equipamentos pequenos, menor capital e custos operacionais (LETTI et al., 2017). Subprodutos de maçã (AJILA et al., 2011), ameixa (DULF et al., 2016), romã (BIND et al., 2014), manga (TORRES-LEÓN et al., 2019) foram utilizados em estudos para investigar o uso da FES como alternativa para obtenção de compostos bioativos. Na literatura, não foram encontrados estudos sobre a FES de resíduos de tamarindo. Dessa maneira, torna-se relevante o emprego da FES com o intuito de melhorar a extração de compostos bioativos de resíduos do tamarindo visando aplicação futura como conservante natural.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Tamarindos maduros foram obtidos no Mercado Municipal de Abaré-BA. Em seguida, as cascas (Figura 1) e as sementes (Figura 2) foram separadas da polpa, pesadas e submetidas à secagem a 50°C em estufa por 24 h. Após esse período, as cascas e as sementes foram trituradas no liquidificador para obtenção de um pó. A mistura da farinha de cascas e sementes foi realizada na proporção 1:1 em seguida, esterilizou-se em autoclave à 121°C por 15min.

Figura 1. Cascas de tamarindo



Fonte: (Este trabalho).

Figura 2. Sementes de tamarindo



Fonte: (Este trabalho).

3.2 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO (FES)

A FES foi realizada em placas de petri com 5 g de farinha (umidade inicial de 70%) e suspensão de esporos na concentração de 2×10^7 esporos/g de resíduo. As placas foram incubadas à 30 °C. Em duplicata, placas de Petri foram retiradas e analisadas no tempo 0 (não fermentado=NF), 24, 48, 72, 96 e 168 horas de fermentação.

3.3 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

Os compostos fenólicos e flavonoides foram extraídos da farinha fermentada e não fermentada com água destilada de acordo com a metodologia descrita por Sujata et al. (2011) com algumas modificações. Frascos Erlenmeyers contendo os extratos foram agitados em *shaker* orbital a 200 rpm, temperatura de 30 °C durante 1 h. Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel filtro e o sobrenadante obtido foi analisado quanto ao teor de compostos fenólicos totais e flavonoides totais.

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOIDES

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SHETTY et al., 1995). Aliquotas de 1 mL dos extratos foram transferidas para tubos de ensaio, aos quais adicionou-se 1 mL de solução de etanol 95%, 5 mL de água destilada e 0,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu 1N. A mistura foi homogeneizada e adicionou 1 mL de solução de carbonato de sódio a 5% (p/v), seguindo-se nova homogeneização. Os tubos de ensaio foram mantidos em câmara escura por 60 min e em seguida homogeneizados. As amostras tiveram suas absorbâncias medidas no comprimento de onda de 725 nm. Para a quantificação destes extratos, realizou-se uma curva de calibração construída a partir de diferentes concentrações de ácido gálico (0-500 mg/L), a fim

de converter as absorvâncias e expressar os resultados em termos de miligramas de ácido gálico equivalente (GAE eq) por 100g de resíduo em base seca (mg EAG/100 g de resíduo em base seca).

A quantificação dos compostos flavonoides totais foi realizada utilizando o método colorimétrico de cloreto de alumínio descrito por Meda et al. (2005), com algumas modificações. Alíquotas de extrato (2 mL) foram colocadas em tubos de ensaio e cloreto de alumínio 2% (p/v) (2 mL) foi adicionado, em seguida homogeneizou-se e deixou-se em repouso no escuro por 30 min. 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 quercetina (0-100 mg/L). Os resultados foram convertidos e expressos em (mg QCE/100 g de resíduo em base seca).

3.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os extratos com maiores teores de compostos fenólicos e flavonoides totais foram avaliados quanto à atividade antioxidante através dos ensaios ABTS, DPPH e FRAP, conforme descrito a seguir.

3.5.1 Ensaio ABTS

O radical livre ABTS⁺ foi capturado de acordo com a metodologia proposta por Nenadis et al. (2004), com modificações. Uma alíquota de 30 µL de extrato foi transferida para teste tubos com 3,0 mL do radical ABTS⁺ e homogeneizados em vortex. Após 6 min, a leitura do valor de absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 734 nm. Diferentes concentrações de Trolox variando de 0 a 15 µmol Trolox/mL são usados para construir a curva de calibração. Os resultados foram expressos em termos de µmol de Trolox/g de resíduo.

3.5.2 Ensaio DPPH

O método envolve a captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), de acordo com Kwon et al. (2006) realizando ligeiras modificações. Inicialmente, misturou-se uma alíquota de 250 µL de extrato com 1,25 mL de DPPH. Após 5 min, realizou-se a leitura da absorvância à 517 nm. Diferentes concentrações de Trolox entre 0 e 0,0014 mmol /mL foram utilizadas para a construção da curva de calibração. Os resultados foram expressos em µmol de Trolox/g de resíduo. O controle foi realizado substituindo o extrato por etanol à 95% e o branco utilizando somente etanol à 95%.

3.5.3 Ensaio FRAP

A atividade antioxidante através do método de redução de ferro (FRAP) foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Thaipong et al. (2006). Para análise, uma alíquota de 90 µL do extrato foi transferida para tubos de ensaio, com 270 µL de água destilada, misturada com 2,7 mL do reagente FRAP, homogeneizado em um vortex e mantido a 37 °C em banho-maria. Após 30 min realizou-se a leitura em um espectrofotômetro a 595 nm. Diferentes concentrações de 0 a 0,00064 mmol de Trolox/mL foram utilizadas para construir a curva de calibração. Os resultados foram expressos em termos de µmol de Trolox por g de resíduo.

3.6 ESTATÍSTICA

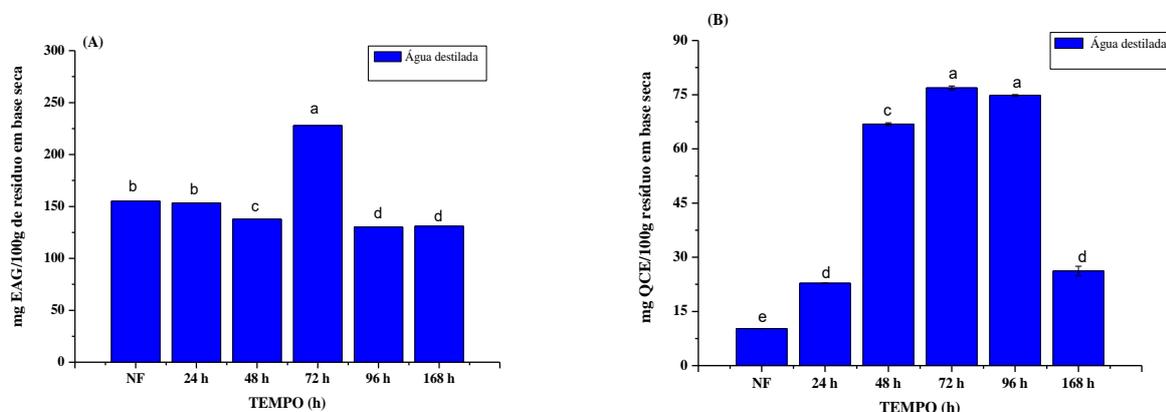
Os resultados de todos os experimentos foram avaliados por análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância (p <0,05) e o teste de Tukey para comparação das médias com o auxílio do software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOIDES

Os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais dos resíduos de tamarindo extraídos com o solvente água destilada estão demonstrados nas Figuras 3A e 3B, respectivamente.

Figura 3. Teor de compostos fenólicos totais (A) e flavonoides totais (B) nos extratos da farinha da mistura de cascas e sementes de tamarindo não fermentado e fermentado.



Fonte: (Este trabalho).

Na Figura 3A, o teor de compostos fenólicos aumentou durante a fermentação atingindo o valor máximo em 72 h (227,90 mg EAG/100 g resíduo em base seca). Este resultado correspondeu a um aumento de 46,88% em relação ao extrato não fermentado (155,16 mg EAG/100 g resíduo em base seca). O aumento do teor de fenólicos durante a fermentação pode estar relacionado a enzimas produzidas pelos fungos, as quais degradam lignina e abre anéis fenólicos, aumentando desta forma o teor de fenólicos livres presentes nos resíduos lignocelulósicos (SÁNCHEZ, 2009). Os valores menores de compostos fenólicos nos extratos obtidos nos primeiros dias de fermentação, pode provavelmente estar relacionado ao fato de que a maioria dos compostos fenólicos naturais estavam predominantemente na forma ligada e apenas uma parte relativamente pequena estava na forma solúvel livre (BIND et al., 2014; DULF et al., 2015). A diminuição dos compostos fenólicos após 72 h de fermentação pode ser atribuída à polimerização dos fenólicos liberados por oxidação de enzimas ativadas como resposta ao estresse induzido no fungo devido à depleção de nutrientes (VATTEM et al., 2004).

Na Figura 3B, em relação aos flavonoides totais, os extratos do tempo 72h e 96h obtiveram teores semelhantes entre si (76,89 mg QCE/g resíduo em base seca) e (74,84 mg QCE/g resíduo em base seca) e um percentual de aumento de 650,15% e 630,12%, respectivamente na produção de compostos bioativos em comparação ao extrato não fermentado (66,82 mg quercetina/g resíduo fermentado). De acordo com Ju et al. (2009), o maior teor de polifenóis no resíduo fermentado está relacionado à ação de enzimas fúngicas, como β -glucosidase, produzidas durante a FES.

4.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante do extrato obtido após a fermentação do resíduo por 72 h (onde obteve-se maior teor de fenólicos e flavonoides) e o extrato do resíduo não fermentado (NF) foi determinada pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP. Foi observado que a atividade antioxidante dos extratos variou de acordo com o método utilizado isto pode ser explicada pelo fato que, um único ensaio não demonstra com precisão todos os grupos de compostos antioxidantes, particularmente em um sistema complexo, como matrizes de frutas (BARROS et al., 2017). O extrato do resíduo fermentado demonstrou maior capacidade antioxidante pelo método ABTS (210,50 $\mu\text{mol trolox/g}$ resíduo), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao extrato do resíduo NF (158 $\mu\text{mol trolox/g}$ resíduo). Já o extrato do resíduo não fermentado foi o que apresentou maior capacidade antioxidante (184 $\mu\text{mol trolox/g}$ resíduo) pelo método FRAP. O ensaio DPPH, demonstrou maior atividade antioxidante, sem diferença significativa ($p < 0,05$) para os extratos do resíduo NF (348,24 $\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ resíduo) e fermentado (349,14 $\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ resíduo). Demonstrando que, os antioxidantes hidrofílicos foram melhor refletidos pelo ensaio DPPH, sugerindo que este método pode ser mais útil do que o método de ABTS e FRAP para detecção da capacidade antioxidante desta farinha (FLOEGEL et al., 2011).

TABELA I
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO DO RESÍDUO NÃO FERMENTADO
E DO EXTRATO DO RESÍDUO FERMENTADO POR 72 h

	ABTS ($\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ resíduo)	DPPH ($\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ resíduo)	FRAP ($\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ resíduo)
NF	158,00 ^{bb} \pm 4.08	348,24 ^{aa} \pm 1.35	184,00 ^{ab} \pm 2.86
TEMPO 72h	210,50 ^{ab} \pm 7.36	349,14 ^{aa} \pm 1.63	89,83 ^{bc} \pm 2.01

Resultados expressos como média \pm desvio padrão (n = 3). ^{a-c} Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios na mesma linha. Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores médios na mesma coluna.

5 CONCLUSÃO

No presente estudo verificou-se que a FES foi eficiente para aumentar os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais na farinha da junção de cascas e sementes tamarindo. Os extratos obtidos do resíduo fermentado e não fermentado demonstraram potencial para serem usados em estudos futuros como fonte natural de compostos antioxidantes.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Sergipe e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AJILA CM, BRAR SK, VERMA M, TYAGI RD, VALÉRO J. R. Solid-state fermentation of apple pomace using *Phanerocheate chrysosporium* – Liberation and extraction of phenolic antioxidants. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1071-1080, 2011.
- AKAJIAKU, L. O.; NWOSU, J. N.; ONUGBU, N. C.; NJOKU, N. E.; EGBENEKE, C. O. Proximate, mineral and anti-nutrient composition of processed (Soaked and Roasted) tamarind (*Tamarindus indica*) seed nut. **Current Research in Nutrition and Food Science**, v. 2, p. 136–145, 2014.
- ALMEIDA, M. L. B.; FREITAS, W. E. S.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A.; ALVES, R. E. Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana* L. **Food Chemistry**, v. 192, p. 1078-1082, 2016.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; SIDDIQUI, M. W.; DA'VILA-AVINÃ, J. E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Res**, v. 44, p. 1866–1874, 2011.

BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADI, M.; NUNES, M. L.; 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.

BIND, A.; SINGH, S. K.; PRAKASH, V.; KUMAR, M. Evaluation of antioxidants through solid state fermentation from pomegranate peels using *Aspergillus niger* and it's antibacterial properties. **International Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 4, n. 1, 2014.

DEY, T. B.; CHAKRABORTY, S.; JAIN, K. K.; SHARMA, A.; KUHAD, R. C. Antioxidant phenolics and their microbial production by submerged and solid-state fermentation process: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 53, p. 60-74, 2016.

DULF, F. V.; VODNAR, D. C.; DULF, E. H.; TOSA, M. I. Total phenolic contents, antioxidant activities, and lipid fractions from berry pomaces obtained by solid- state fermentation of two *Sambucus* species with *Aspergillus niger*. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 63, p. 3489-3500, 2015.

DULF, F. V.; VODNAR, D. C.; SOCACIU, C. Effects of solid-state fermentation with two filamentous fungi on the total phenolic contents, flavonoids, antioxidant activities and lipid fractions of plum fruit (*Prunus domestica* L.) by-products. **Food Chemistry**, v. 209, p. 27-36, 2016.

FERREIRA, D F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agrotécnica**, v.38, n.2, 2014.

FLOEGEL, A.; DAE-OK, K.; SANG-JIN, C.; SUNG, I. K.; OCK, K. C. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.008>>. Acesso em: 25 julho de 2019.

JAMAL, P.; IDRIS, Z. M.; ALAM, Z. Effects of physicochemical parameters on the production of phenolic acids from palm oil mill effluent under liquid-state fermentation by *Aspergillus Niger*. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1595-1602, 2011.

JARDINI, F. A.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 1, 2007.

JORGE, N.; MALACRIDA, C. R. Extratos de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) como fonte de antioxidantes naturais. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 337-340, 2008.

JU HK, CHO, EJ, JANG, MH, LEE, YY, HONG, SS, PARK, JH, KWON, SW. Characterization of increased phenolic compounds from fermented Bokbunja (*Robus coreanus* Miq.) and related antioxidant activity. **J. Pharma Biomed**, v. 49, n. 3, p. 820-827, 2009.

KWON, Y. I. I.; VATTEM, D. A.; SHETTY, K. Evaluation of clonal herbs of Laminaceae species against diabetes and hypertension. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 107-118, 2006.

LETTI, L. A. J.; SOCCOL, C. R.; KARP, S. G.; COSTA, E. S. F.; VANDENBERGHE, L. P. DE S.; WOICIECHOWSKI, A. L. Recent developments and innovations in solid state fermentation. **Biotechnology Research and Innovation**, v. 1, n. 1, p. 52–71, 2017.

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.

MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos de umbuzeiro. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.

NENADIS, N.; WANG, L. F.; TSIMIDOU, M.; ZHANG, H. Y. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS (*+) assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4669-4674, 2004.

SÁNCHEZ, C. Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnol Adv.**, v. 27, p. 185-194, 2009.

SANTOS, T. R. J.; SANTANA, L. C. L. A. Antimicrobial potential of exotic fruits residues. **South African Journal of Botany**, p. 338-344, 2019.

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.

SUJATA VALVI R, RATHOD VS, YESANE DP. Screening of three wild edible fruits for their antioxidant potential. **Current Botany**, v. 2, n. 1, p. 48-52, 2011.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; HAWKINS BYRNE, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidante activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, 19, 669–675, 2006.

TORRES-LEÓN, C.; RAMÍREZ-GUZMÁN, N.; ASCACIO-VALDÉS, J.; SERNA-COCK, L.; CORREIA, M. T. S.; CONTRERAS-ESQUIVEL, J.; AGUILAR, C. N. Solid-state fermentation with *Aspergillus niger* to enhance the phenolic contents and antioxidative activity of Mexican mango seed: a promising source of natural antioxidants. **Food Science and Technology**, v. 112, p. 108-236, 2019.

VATTEM, D. A., LIN, Y. T., LABBE, R. G., & SHETTY, K. Phenolic antioxidant mobilization in cranberry pomace by solid-state bioprocessing using food grade fungus *Lentinus edodes* and effect on antimicrobial activity against select food borne pathogens. **Innovative Food Sci. Emerg. Technol.**, v.5, p. 81-91, 2004.