

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DE EXTRATO ETANÓLICO DE CASCA DE BANANA DA VARIEDADE CATURRA (*Musa* sp., SUBGRUPO CAVENDISH) OBTIDO POR MACERAÇÃO NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE ULTRASSOM

Antioxidant and antimicrobial activity of ethanolic extract of banana peel of Caturra variety (*Musa* sp., Cavendish subgroup) obtained by maceration in the absence and presence of ultrasound

Daniele Hamann¹; Morgana de Marco¹; Natália Paroul¹; Natália Woloszyn¹;
Roberta Cristina de Souza¹; Rogério Luis Cansian¹; Sandra Palavicini¹.

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim, RS. *E-mail*: danielehamann@gmail.com

Data do recebimento: 16/04/2018 - Data do aceite: 21/06/2018

RESUMO: A banana é a segunda fruta mais consumida no Brasil. Típica de regiões tropicais úmidas, apresenta diversas propriedades nutricionais, bem como terapêuticas. Sua alta perecibilidade faz com que seu destino industrial seja basicamente em preparações, como no preparo de doces. As cascas, principal resíduo durante o processamento, acabam sendo descartadas, sendo que nelas são encontradas altas quantidades de nutrientes e fibras. A obtenção e utilização de extratos é uma alternativa para a utilização da casca de banana. O objetivo do trabalho foi obter um extrato bruto da casca de banana da variedade Caturra (*Musa* sp., subgrupo Cavendish), avaliando a influência da extração por maceração alcoólica comum e com utilização de ultrassom, nas propriedades antimicrobianas e antioxidantes do extrato. No estudo, verificou-se que o extrato da casca de banana não possui atividade antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella choleraesuis*. Já na atividade antioxidante, sem o uso de ultrassom apresentou atividade de 48,12%, em uma concentração de 2,5 mg.mL⁻¹ e com o uso de ultrassom de 44,19% em uma concentração

de 0,25 mg.mL⁻¹, com IC50 de 2,59 e 0,27 mg.mL⁻¹, respectivamente. O uso de ultrassom para extração por maceração alcoólica é uma alternativa para otimizar o processo de extração.

Palavras-chave: Casca de banana. Atividade antioxidante. Atividade antimicrobiana.

ABSTRACT: Banana is the second most consumed fruit in Brazil. Typical of humid tropical regions, it presents several nutritional and therapeutic properties. Its high perishability makes its industrial destiny basically in preparations, such as in the preparation of sweets. The banana peels, which are the main processing residues, end up being discarded, although they present a high amount of nutrients and fibers. The extraction and use of extracts is an alternative to the use of the banana peel. The objective of this work was to obtain a crude extract of the banana peel of Caturra type (*Musa* sp. Subgroup Cavendish), evaluating the influence of the extraction by common alcoholic maceration and using ultrasound, on antimicrobial and antioxidant properties of the extract. It was verified that the extract of the banana peel has no antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and *Salmonella choleraesuis*. In the antioxidant activity, the activity of 48.12% in a concentration of 2.5 mg.mL⁻¹ and the use of ultrasound of 44.19% in a concentration of 0.25 mg.mL⁻¹, with IC 50 of 2.59 and 0.27 mg.mL⁻¹, respectively. The use of ultrasound for extraction by alcoholic maceration is an alternative to optimize the extraction process.

Keywords: Banana peel. Antioxidant activity. Antimicrobial activity.

Introdução

Encontrada tipicamente em regiões tropicais úmidas, a banana apresenta propriedades nutricionais e terapêuticas aclamadas, sendo cultivada amplamente em todo o trópico como fonte de alimento e renda (PEREIRA; MARASCHIN, 2009). O Brasil é o terceiro produtor mundial, com produção estimada em sete milhões de toneladas de bananas anuais, sendo a segunda fruta mais consumida no país, depois da laranja (IBGE, 2017).

A banana caracteriza-se por ser um alimento de alta perecibilidade e sua utilização como doce apresenta-se como uma alternativa para seu aproveitamento. Entretanto, na produção de polpas para doces e outros derivados, há grande produção de cascas que

apresentam teores de nutrientes maiores do que os das suas respectivas partes comestíveis, além de serem ricas fontes de fibras, que acabam sendo direcionadas para resíduo (OLIVEIRA et al., 2009).

A casca da banana é tradicionalmente conhecida pelo uso direto no local de queimaduras e feridas, devido às suas propriedades cicatrizantes e, também, para superar ou prevenir doenças, como a depressão (PEREIRA; MARASCHIN, 2009). Autores como Mosa e Khalil (2015) identificaram compostos fenólicos, como os carotenoides α e β -caroteno e diferentes xantofilas, os quais podem sugerir propriedades antioxidantes, como as encontradas por autores como González-Montelongo, Lobo e González (2010). Compostos fenólicos foram encon-

trados na casca de banana (*Musa acuminata* Colla AAA) em uma quantidade total que variou de 0,90 a 3,0 g.100 g⁻¹ de peso seco (NGUYEN; KETSA; VAN DOORN, 2003). Someya, Yoshiki e Okudo (2002) identificaram a galocatequina na concentração de 160 mg.100 g⁻¹ de peso seco.

Os antioxidantes são substâncias capazes de doar hidrogênio para os radicais livres, estabilizando-os e impedindo o estresse oxidativo, o qual é capaz de gerar danos tissulares ou morte celular (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2000).

Diferentes técnicas de extração são utilizadas, sendo as principais por destilação a vapor (por técnicas de arraste a vapor) e por extração com solventes (STRATAKOS; KOIDIS, 2016; BIZZO et al., 2009).

A extração de compostos da casca de banana sem pré-tratamento e a avaliação das suas propriedades ainda são pouco estudadas na literatura. Extratos com ação antioxidante e antimicrobiana de casca de banana foram obtidos a partir de cascas pré-tratadas por branqueamento (HERNÁNDEZ-CARRANZA et al., 2016; REBELLO et al., 2014), secagem, seguida de moagem (JAIN, 2011) após aplicação de nitrogênio líquido (VU; SCARLETT; VUONG, 2016; GONZÁLEZ-MONTELONGO; LOBO; GONZÁLEZ, 2010b).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo estudar o extrato bruto da casca da banana sem pré-tratamento obtido pelo método de extração com solvente orgânico, a partir da técnica de maceração na presença e ausência de ultrassom, avaliando as propriedades antioxidantes e antimicrobianas.

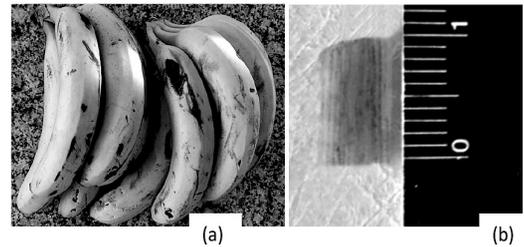
Material e Métodos

Material

As bananas da variedade Caturra (*Musa* sp., subgrupo Cavendish) (Figura 1.a) foram

adquiridas em comércio local da cidade de Erechim, Rio Grande do Sul. As bananas estudadas apresentavam manchas pretas características de estado de maturação (MATIAS et al., 2008). As cascas das bananas foram removidas longitudinalmente e fracionadas em comprimentos médios de 1 cm, conforme Figura 1.b, e avaliadas na forma *in natura* (sem pré-tratamento).

Figura 1 - Banana da variedade Caturra (a) e casca da banana fracionada (b)



Determinação do Teor de Umidade e Substâncias Voláteis da Casca de Banana

O teor de umidade e substâncias voláteis foram determinados conforme o método n° 950.46B da AOAC (1990), que se fundamenta na perda de umidade e substâncias voláteis a 105°C. Cadinhos de alumínio foram previamente aquecidos em estufa a 105°C por 1 h, resfriados em dessecador com agente dessecante de sílica gel, até temperatura ambiente, e medidas suas massas. A massa de casca de banana (10 g) foi colocada nos cadinhos de alumínio, aquecida em estufa a 105°C por 3 h, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Repetiram-se estas operações de aquecimento e resfriamento da amostra em intervalos de meia hora, até peso constante. O cálculo da umidade da amostra foi feito por meio da equação (1):

$$\text{Teor de umidade e voláteis (\%)} = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} * 100\% \quad (1)$$

Onde m_i é a massa inicial de amostra (g) e m_f é a massa final de amostra (g).

Método de Extração

Foi utilizado o método de extração com solvente orgânico por maceração com o solvente etanol P.A. (EtOH) (Exodo Científica, Brasil), na proporção 1:10 (massa base seca:volume) (ROSSO, 2009), com e sem auxílio de ultrassom. A proporção 1:10 foi escolhida visando uma quantidade de solvente suficiente para o completo contato da casca de banana com o solvente.

Para a maceração sem auxílio de ultrassom (340 g de casca de banana em 378 mL de etanol) a amostra ficou em extração por 24 h em temperatura ambiente (ao abrigo de luz) e, para maceração com auxílio de ultrassom (400 g de casca de banana em 444 mL de etanol) a amostra ficou 30 min a 20 °C em banho de ultrassom (LSUC2-120-5.5, Logen Scientific, Brasil) com frequência de 60 Hz para a extração, com proteção parcial da ação da luz.

O extrato de casca de banana foi obtido após o período de extração, a partir da filtração da amostra com auxílio de papel filtro (J Prolab, 10 cm de diâmetro) e bomba a vácuo (Primatec, Modelo: 131, 2VC, Brasil) para remoção dos sólidos e posterior evaporação do solvente em rota evaporador (Quimis, Modelo: Q 344B2, Brasil) a 55 rpm e 70 °C, por tempo necessário até completa evaporação de todo o solvente.

O rendimento do extrato alcoólico foi obtido pela equação (2):

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{(m_{ext})}{m_a} * 100 \quad (2)$$

Onde m_{ext} é a massa (g) do extrato obtido (diferença entre a massa do balão de fundo redondo com a amostra, após a extração e a evaporação do solvente, pela massa do balão de fundo redondo) e m_a é a massa (g) da casca de banana utilizada em base úmida ou seca.

Para análise antimicrobiana e antioxidante, o extrato foi ressuspenso em etanol P.A. (Exodo Científica, Brasil), na proporção 1:10, visando proporcionar uma completa diluição do extrato e as concentrações de trabalho das análises.

Atividade Antimicrobiana

As bactérias Gram-positivas *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*, e bactérias Gram-negativas *Escherichia coli* e *Salmonella choleraesuis* foram ativadas em caldo Lúria Bertani (10 g/L de tripton, 5 g/L de extrato de levedura e 5g/L de NaCl) durante 24 horas a 36 ± 1 °C em estufa bacteriológica (J Prolab, Modelo: JP 101, Brasil).

Os testes de atividade antimicrobiana foram realizados pelo método de difusão em discos em papel Whatmann n° 3 com 10 mm de diâmetro, em placas de Petri com meio de cultura Ágar Müller-Hinton (Merck, Alemanha), conforme descrito na metodologia de Cruz-Gálvez (2018) com modificações. O Ágar Müller-Hinton é recomendado como meio para Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Difusão (Norma M2-A8, NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS). Um volume de 100 µL das culturas ativas das bactérias foram inoculadas por espalhamento em superfície com auxílio da alça de Drigalski estéril nas placas.

Em cada placa foi depositado um disco com volume de 20 µL de controle negativo (Etanol P.A) e discos contendo 20, 15 e 5 µL do extrato de casca de banana (1 g de extrato para 10 mL de etanol P.A.).

Após a incubação das placas a 36 ± 1 °C em estufa bacteriológica (J Prolab, Modelo: JP 101, Brasil) durante 48 horas, os resultados foram analisados medindo-se o diâmetro do halo de inibição de crescimento das bactérias (mm), incluindo o diâmetro do disco de papel. Os testes foram realizados em triplicata.

Atividade Antioxidante *In Vitro*

A metodologia aplicada está baseada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) em 515 nm. A determinação da atividade antioxidante foi realizada em duplicata, por espectrofotômetro (Pró-Análise, Modelo: UV-1600, Brasil).

A técnica consistiu na incubação por 30 minutos de 500 µL de uma solução etanólica de DPPH 0,1 mM com 500 µL de soluções contendo concentrações crescentes de extrato de casca de banana em etanol. Procedeu-se da mesma forma para a preparação da solução denominada “controle”, porém substituindo 500 µL da amostra por 500 µL de solvente etanol. As soluções denominadas “branco” foram preparadas usando diferentes concentrações do extrato em etanol, sem DPPH. O percentual de captação do radical DPPH foi calculado em termos da porcentagem de atividade antioxidante (AA%), conforme a Equação 2:

$$AA\% = 100 - \frac{(\text{Abs. amostra} - \text{Abs. branco})}{\text{Abs. controle}} * 100 \quad (2)$$

Onde Abs. amostra é a absorbância da amostra, Abs. branco é a absorbância do branco e Abs. controle é a absorbância do controle.

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, calculou-se a concentração de extrato necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC_{50}) por análise de regressão linear (SILVESTRI et al., 2010). Os resultados foram expressos pela média aritmética dos valores obtidos nas duas repetições.

Resultados e Discussão

Caracterização da Casca da Banana e do Extrato

A casca da banana apresentou 88,90% de umidade e o extrato alcoólico um rendimento

de 2,72% e 2,83% (base úmida) para extração sem e com ultrassom, respectivamente (equivalente a 24,51% e 25,50% em base seca, respectivamente). Este rendimento é inferior ao encontrado por Rosso (2009), que obteve em maceração alcoólica de casca de banana *in natura*, com umidade de 86,5 %, um rendimento de 34 %, em base seca. Diferenças de rendimento de extração por maceração podem ocorrer por variações no tipo de solvente, temperatura e tempo de extração, mas principalmente por falhas na filtração do macerado, recuperando no extrato partículas não solúveis.

Os extratos alcoólicos da casca da banana apresentaram diferença visual na coloração. O extrato obtido com uso de ultrassom apresentou coloração marrom escuro e para a amostra sem ultrassom o aspecto foi amarelo. Essa diferença de coloração pode estar relacionada com a ação de enzimas, como a polifenoloxidase (PFO) (NGUYEN; KETSA; VAN DOORN, 2003). A enzima PFO é capaz de oxidar compostos fenólicos com o auxílio de oxigênio molecular, resultando em compostos (quinonas) que se condensam e formam pigmentos escuros, denominados melaninas. Fatores externos como temperatura, oxigênio e luminosidade propiciam a ação das polifenoloxidasas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010), o que sugere que, ao utilizar o ultrassom, houve um aumento da temperatura da amostra pela própria ação do ultrassom e penetração de luz na parte submersa no banho ultrassônico, consequente ação da enzima e escurecimento do extrato. Jang e Moon relatam que o uso isolado do ultrassom não foi efetivo na inativação da PFO, levando a um ligeiro aumento da atividade da enzima. O aumento da temperatura pela ação do ultrassom é relatado por Dias et al. (2015).

Atividade Antimicrobiana

A atividade antimicrobiana por difusão em ágar sugeriu que não houve ação para

nenhuma das concentrações dos extratos analisados em nenhum dos micro-organismos testados.

Na literatura há estudos que relatam atividade bactericida, fungicida, bacterios-tática ou fungistática de extratos etanólicos de casca de banana contra uma ampla gama de bactérias e fungos (SIRAJUDIN et al., 2014). Os extratos metanólicos da banana local da Nigéria inibiram efetivamente *Bacillus* sp., *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp., porém sem ação para *Salmonella* spp. (MORDI et al., 2016). Asoso, Akharaiyi e Animba (2016) observaram que o extrato de metanol da casca de banana apresentou maior valor de inibição de bactérias patogênicas do que os extratos de etanol, e que o extrato de acetona de casca de banana não mostrou atividade antibacteriana em relação aos micro-organismos patógenos.

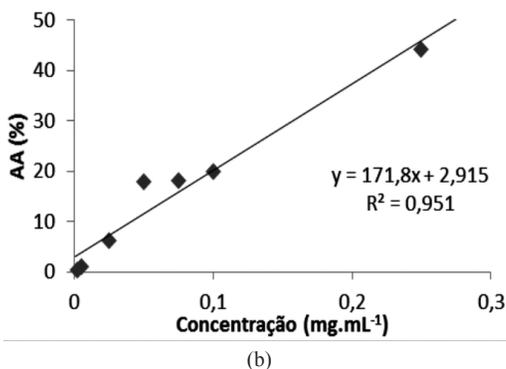
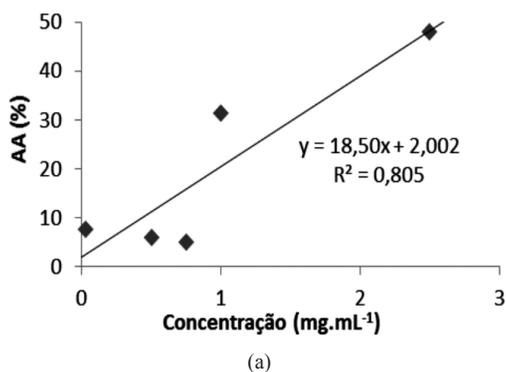
Atividade Antioxidante *In Vitro*

A Figura 2 apresenta as curvas de calibração da atividade antioxidante do extrato bruto da casca de banana obtidas pelos dois métodos de extração. O resultado da análise antioxidante apresentou uma atividade máxima antioxidante de 48,12%, para uma concentração de 2,5 mg.mL⁻¹ para o extrato sem o uso de ultrassom (Figura 2.a). Para o extrato com o uso de ultrassom, a atividade antioxidante máxima foi de 44,19%, para uma concentração de 0,25 mg.mL⁻¹ (Figura 2.b), ou seja, para alcançar uma atividade aproximadamente igual, com o uso de ultrassom foi necessária uma concentração de extrato 10 vezes menor do que sem o uso de ultrassom.

Pode-se perceber que o extrato obtido com o auxílio de ultrassom obteve uma atividade antioxidante maior que o extrato sem o ultrassom. Condições ultrassônicas, incluindo temperatura, tempo e potência e relação

amostra/solvente afetam o rendimento de recuperação de compostos fenólicos e propriedades antioxidantes da casca de banana (VU; SCARLETT; VUONG, 2016).

Figura 2 - Curva de calibração da atividade antioxidante do extrato bruto da casca de banana obtido por maceração sem o auxílio de ultrassom (a) e com auxílio de ultrassom (b)



Jovanović et al. (2017) e Safdar et al. (2017) também relatam maiores atividades antioxidantes e/ou compostos polifenóis pela extração com ultrassom, quando comparados com a maceração tradicional, com diferentes condições de processos, sugerindo que esse comportamento pode ser devido ao mecanismo de destruição das paredes celulares das plantas por ondas de ultrassom, resultando em uma maior penetração do solvente e em uma maior transferência de massa, a partir das vibrações mecânicas e ciclos de expansão e compressão resultantes do método

(WANG; WELLER, 2006).

Comparando os resultados encontrados para maceração alcoólica de 48,12% com Rosso (2009), que obteve para o extrato do óleo essencial da banana uma atividade antioxidante de 85,70%, podemos observar que o resultado foi muito superior ao encontrado pelo presente trabalho, o qual sugere otimização do processo realizado.

As IC_{50} obtidas para o extrato com e sem o uso de ultrassom foram de $0,274 \text{ mg.mL}^{-1}$ e $2,593 \text{ mg.mL}^{-1}$, respectivamente. Estes resultados foram determinados pela extrapolação das curvas de atividade antioxidante, uma vez que as atividades máximas obtidas foram próximas a 50%. Estas concentrações são altas, se comparadas com antioxidantes por excelência, como o ácido ascórbico ($IC_{50} = 0,002 \text{ mg.mL}^{-1}$), e o BHT ($IC_{50} = 0,005 \text{ mg.mL}^{-1}$). Porém, o resultado do extrato etanólico assistido por ultrassom apresentou-se semelhante a de extratos vegetais de outras espécies com reconhecido potencial antioxidante, como a erva-mate (CANSIAN et al., 2008).

Rebello et al. (2014) observaram que os extratos de casca de banana parecem agir melhor como um doador de hidrogênio (ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC)) do que como um doador de elétrons (ensaios com DPPH e ABTS). Desta forma a metodologia para determinação de ação antioxidante utilizada neste trabalho pode não ter evidenciado uma potencial ação do extrato.

Os resultados de IC_{50} obtidos podem ser comparados e explicados segundo Wangenstein, Samuelsen e Malterud (2004) que encontraram valores de IC_{50} de 389 ± 5 e $510 \pm 12 \mu\text{g.mL}^{-1}$ para folha e semente de coentro, respectivamente, e afirmaram que os compostos com maior capacidade de eliminação de radicais são de polaridade média, indicando que o bioativo estudado possui fraca atividade de eliminação de DPPH. Someya, Yoshiki e Okudo (2002) estudaram os compostos

antioxidantes da banana comercial *Musa* Cavendish e observaram que a capacidade antioxidante das bananas pode ser atribuída ao seu teor de galocatequina, composto este isolado do extrato da casca de banana com potencial atividade antioxidante.

Autores como González-Montelongo, Lobo e González (2010a), por meio de estudos de condições de extração, propõem condições de extração ótimas, as quais produzem atividade antioxidante máxima por meio de solvente como a combinação entre acetona e água (1:1), em temperatura e tempo otimizados (25°C , 120 min), quando comparada a metanol e etanol puros e suas misturas em água. O mesmo grupo de pesquisadores (GONZÁLEZ-MONTELONGO; LOBO; GONZÁLEZ, 2010b) relataram que o número de etapas de extração, temperatura e tempo são os fatores mais efetivos associados às propriedades antioxidantes de extratos metanólicos da casca de banana, respectivamente. Sugerindo um estudo mais aprofundado, com condições experimentais de extração em solventes diferentes, tempo e temperatura otimizados para um incremento na atividade antioxidante.

A variedade da banana e o estágio de maturação da fruta também podem apresentar efeito significativo no total de compostos fenólicos e propriedades antioxidantes da casca de banana (VU; SCARLETT; VUONG, 2018). Fatemeh et al. (2012) evidenciaram a presença de mais compostos antioxidantes em casca verde do que em madura.

Conclusão

A casca de banana da variedade caturra (*Musa* sp., subgrupo Cavendish) sem pré-tratamento possui potencial antioxidante. A obtenção de extrato alcoólico bruto assistido por ultrassom apresentou melhor resultado de atividade antioxidante quando comparado

à extração via maceração convencional, embora não tenha sido possível afirmar que houve diferença em termo de rendimento. O extrato de casca de banana obtido não possui atividade antimicrobiana em testes de difusão em discos para as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella choleraesuis*

nas concentrações avaliadas. Novos estudos devem ser direcionados às propriedades antioxidantes da casca de banana, utilizando-se de diferentes métodos e solventes para a extração, a fim de verificar condições otimizadas, assim como diferentes análises para a determinação da ação antioxidante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, FAPERGS e URI pela concessão de bolsas e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. – Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis. 11. ed. Washington. D>C> 1141, 1990.
- ASOSO, O. S.; AKHARAIYI, F. C.; ANIMBA, L. S. Antibacterial Activities of Plantain (*Musa paradisiaca*) Peel and Fruit. **Der Pharmacia Lettre**, v. 8, n. 5, p. 5-11, 2016.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- CANSIAN, R.L.; MOSSI, A.J.; MOSELE, S.H.; TONIAZZO, G.; TREICHEL, H.; PAROUL, H.; OLIVEIRA, J.V.; OLIVEIRA, D.; MAZUTTI, M.; ECHEVERRIGARAY, S. Genetic conservation and medicinal properties of mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.). **Pharmacognosy Reviews**, v. 2, n. 4, p. 326-338, 2008.
- CRUZ-GÁLVEZ, A. M.; CASTRO-ROSAS, J.; RODRIGUEZ-MARIN, M. L.; CORRENTE-RAMIREZ, A.; TELLEZ-JURADO, A; TOVAR-JIMÉNEZ, X.; CHAVEZ-URBIOLA, E. A.; ABREU-CORONA, A.; GÓMEZ-ALDAPA, C. A. Antimicrobial activity and physicochemical characterization of a potatostarch-based film containing acetonetic and methanolic extracts of *Hibiscus sabdariffa* for use in sausage. **Food Science and Technology**, v. 93, p. 300-305, 2018.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DIAS, D. R. C.; BARROS, Z. M. P.; CARVALHO, C. B. O.; HONORATO, F. A.; GUERRA, N. B.; AZOUBEL, P. M. Effect of sonication on soursop juice quality. **Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 883-889, 2015.
- FATEMEH, S. R.; SAIFULLAH, R.; ABBAS, F. M. A.; AZHAR, M. E. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: Influence of variety and stage of ripeness. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 3, p. 1041-1046, 2012.
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v.

119, n. 3, p. 1030-1039, 2010a.

GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. The effect of extraction temperature, time and number of steps on the antioxidant capacity of methanolic banana peel extracts. **Separation and Purification Technology**, v. 71, n. 3, p. 347-355, 2010b.

HALLIWELL, B.; GUITTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. 3th ed. New York: Oxford Science Publications, 2000. 936p.

HERNÁNDEZ-CARRANZA, P.; ÁVILA-SOSA, R.; GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; NAVARRO-CRUZ, A. R.; CORONA-JIMÉNEZ, E.; OCHOA-VELASCO, C. E. Optimization of antioxidant compounds extraction from fruit by-products: Apple pomace, orange and banana peel. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, n. 1, p. 103-115, 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola)>. Acesso em: 12 dez. 2017.

JAIN, P. Antibacterial and antioxidant activities of local seeded banana fruits. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, n. 11, p. 1398-1403, 2011.

JANG, J. H.; MOON, K. D. Inhibition of polyphenol oxidase and peroxidase activities on fresh-cut apple by simultaneous treatment of ultrasound and ascorbic acid. **Food Chemistry**, v. 124, p. 444-449, 2011.

JOVANOVIĆ, A. A.; ĐORĐEVIĆ, V. B.; ZDUNIĆ, G. M.; PLJEVLJAKUŠIĆ, D. S.; ŠAVIKIN, K. P.; GOĐEVAC, D. M.; BUGARSKI, B. M. Optimization of the extraction process of polyphenols from *Thymus serpyllum* L. herb using maceration, heat- and ultrasound-assisted techniques. **Separation and Purification Technology**, v. 179, p. 369-380, 2017.

MATIAS, M. L.; SILVA, E. O.; FIGUEIREDO, R. W.; OSTER, A. H.; GARRUTI, D. S.; COSTA, J. N. Caracterização dos estádios de maturação de banana resistente à Sigatoka negra – variedade caipira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 10., 2008. Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2008. 1 CD.

MORDI, R. C.; FADIARO, A. E.; OWOEYE, T. F.; OLANREWAJU, I. O.; UZOAMAKA, G. C.; OLORUNSHOLA, S. J. Identification by GC-MS of the components of oils of banana peels extract, phytochemical and antimicrobial analyses. **Research Journal of Phytochemistry**, v. 10, n. 1, p. 39-44, 2016.

MOSA, M.Z; KHALIL, A.F. O efeito das cascas de banana complementou a dieta em ratos de insuficiência hepática aguda. **Anais de Ciências Agrícolas**, v. 60, n. 2, p. 373-379, 2015.

N.C.C.L.S. National Committee For Clinical Laboratory Standards. **M2-A8: padronização dos testes de sensibilidade a antimicrobianos por disco-difusão: norma aprovada**. 8. ed. Anvisa, v. 23, n. 1. Substitui a Norma M2-A7 v. 20, n. 1. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/clsi/clsi_OPASM2-A8.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2018.

NGUYEN, T. B. T.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Relationship between browning and the activities of polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 30, n. 2, p. 187-193, 2003.

OLIVEIRA, L. F.; BORGES, S. V.; NASCIMENTO, J.; CUNHA, A. C.; JESUS, T. B.; PEREIRA, P.A.P.; PEREIRA, A.G.T.; FIGUEIREDO, L.P.; VALENTE, W.A. Utilização de casca de banana na fabricação de doces de banana em massa- Avaliação da Qualidade. **Alimentação e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 581-589, 2009.

PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A. Utilização de casca de banana na fabricação de doces de banana em massa- Avaliação da Qualidade. **Alimentação e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 581-589, 2009.

REBELLO, L. P. G.; RAMOS, A. M.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; CASTILLO-MUÑOZ, N.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. **Food Research International**, v. 55, p. 397-403, 2014.

ROSSO, S. R. **Aproveitamento do resíduo da agroindústria da banana: caracterização química e levantamento de parâmetros termodinâmicos**. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

SAFDAR, M. N.; KAUSAR, T.; JABBAR, S.; MUMTAZ, A.; AHAD, K.; SADDOZAI, A. A. Extraction and quantification of polyphenols from kinnow (*Citrus reticulata* L.) peel using ultrasound and maceration techniques. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 3, p. 488-500, 2017.

SILVESTRI, J.D.F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R.L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; DE OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

SIRAJUDIN, Z. N. M.; AHMED, Q. U.; CHOWDHURY, A. J. K.; KAMARUDIN, E. Z.; KHAN, A. V.; UDDIN, A. B. M. H.; MUSA, N. Antimicrobial activity of banana (*Musa paradisiaca* L.) peels against food borne pathogenic microbes. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 8, n. 5, p. 3627–3639, 2014.

SOMEYA, S.; YOSHIKI, Y.; OKUDO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). **Food Chemistry**, v.79, n. 3, p. 351-354, 2002.

STRATAKOS, A. C.; KOIDIS, A. Methods for extracting essential oils. In: Essential oils in food preservation, flavor and safety. **Academic Press**, CA, v. 10, p. 31-38, 2016.

VU, H. T.; SCARLETT, C. J.; VUONG, Q. V. Optimization of ultrasound-assisted extraction conditions for recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity from banana (*Musa cavendish*) peel. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, e 13148, p. 1-14, 2016.

VU, H. T.; SCARLETT, C. J.; VUONG, Q. V. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 40, p. 238-248, 2018.

WANG, L.; WELLER, C. L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 6, p. 300-312, 2006.

WANGENSTEEN, H.; SAMUELSEN, A. B.; MALTERUD, K. E. Antioxidant activity in extracts from coriander. **Food Chemistry**, v. 88, n. 2, p. 293-297, 2004.