

Avaliação da atividade antioxidante de extratos de casca de Banana Nanica obtidos por maceração

Assessment of antioxidant activity of banana peel extracts by maceration

Valesca Kotovicz¹, Rafaelly Leinecker², Milena Barbosa³, Roberta Kruger⁴, Michele Cristiane Mesomo⁵

RESUMO: As cascas das bananas (*Musa paradisiaca*) representam em média 40% do peso total da fruta fresca, e são ricas em compostos bioativos com propriedades antioxidantes. Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente cascas de banana *in natura*, avaliar a atividade antioxidante total (AAT) de extratos naturais obtidos de cascas de banana nanica e a influência de diferentes solventes e razão sólido-solvente na extração. Na caracterização físico-química foi avaliado o teor de umidade, proteínas, extrato etéreo, cinzas e açúcares e a AAT foi determinada pelo método espectrofotométrico de redução do composto fosfomolibdico. A matéria-prima apresentou conteúdo significativo de proteína (7,30% b.s.) e elevado conteúdo de açúcares redutores (43,01% b.s.). Para todas as condições investigadas, os extratos obtidos por maceração hidroalcolica tiveram AAT maior quando comparados com os extratos aquosos. A maior AAT encontrada foi de 17,42 (mg de ácido ascórbico/mL de extrato), obtida na condição de razão sólido-solvente (1:1). Para ambos os solventes apenas a variável massa de amostra apresentou efeito significativo e positivo. Esses resultados sugerem que as cascas de banana são resíduos baratos com grande potencial para produção de extratos com atividade biológica podendo ser aplicados em diversos produtos como agentes antioxidantes naturais.

Palavras-chave: Compostos bioativos. Extratos naturais. Maceração. *Musa* spp. Resíduo agroindustrial.

ABSTRACT: Peels of the banana (*Musa paradisiaca*) make up, on an average, 40% of the total weight of fresh fruit. They are rich in bioactive compounds featuring antioxidant properties. The physical and chemical properties of banana peels *in natura* are analyzed to evaluate the total antioxidant activity (TAA) of natural extracts obtained from banana peels and the influence of different solvents and the solid-solvent ratio after extraction. Moisture, proteins, ether extract, ash and sugars were evaluated for physicochemical characterization. TAA was determined by the spectrophotometric method of reduction of the phosphomolibdic compound. Prime matter showed high protein content (7.30 % b.s.) and high amounts of reducing sugars (43.01 % b.s.). In all conditions, extracts obtained by hydroalcoholic macerated had higher TAA when compared with aqueous extracts. Highest TAA rate was 17.42 (mg of ascorbic acid/ mL of extract), obtained by solid-solvent ratio (1:1). In the case of the two solvents, only the variable sample mass had a significant and positive effect. Results reveal that banana peels are cheap wastes with a great potential for the production of extracts with biological activity. They may be applied as natural antioxidant agents in various products.

Keywords: Agro-industrial wastes. Bioactive compounds. Maceration. *Musa* spp. Natural extracts.

Autor correspondente:

Valesca Kotovicz: valescakotovicz@yahoo.com.br

Recebido em: 17/17/2017

Aceito em 05/05/2020

INTRODUÇÃO

A bananeira é cultivada em centenas de países, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, sendo fonte de alimento e renda para milhões de pessoas. O Brasil é o 2º maior produtor mundial, com ampla disseminação da cultura em seu território. Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (EMBRAPA, 2014; BRANCA; DI BLASI, 2015).

Com o crescente desenvolvimento das indústrias processadoras de banana (banana chips, farinha, polpas e doces), quantidades significativas de cascas de banana são produzidas, o equivalente a 40% do peso total do produto

¹ Docente efetiva do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEALI) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava (PR), Brasil.

² Engenheira de Alimentos (DEALI) pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava (PR), Brasil.

³ Engenheira de Alimentos (DEALI) pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava (PR), Brasil.

⁴ Docente efetiva do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEALI) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava (PR), Brasil.

⁵ Docente efetiva do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEALI) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava (PR), Brasil.

fresco (BRANCA; DI BLASI, 2015). As cascas de bananas geralmente são descartadas, utilizadas na alimentação animal ou eventualmente utilizadas na compostagem (BAKRY *et al.*, 1997), embora melhores aproveitamentos já tenham sido relatados na literatura, como produção de hidroximetilfurfural (HMF) (SONG *et al.*, 2015), produção de álcool e metanol (BRANCA; DI BLASI, 2015) ou utilização para produção de alimentos funcionais, devido à elevada fração de fibra dietética, como celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas (BRANCA; DI BLASI, 2015; WACHIRASIRI; JULAKARANGKA; WANLAPA, 2009), entre outras. Substâncias de alto valor agregado já foram identificadas na casca de banana e têm sido extensivamente relatadas na literatura, entre elas compostos bioativos, pró-vitamina A, compostos fenólicos e flavonoides, ácido linoleico e -linolenico, e antocianinas (DAVEY; KEULEMANS; SWENNEN, 2006; SOMEYA; YOSHIKI; OKUBO, 2002; EMAGA *et al.*, 2007; GONZÁLEZ-MONTELONGO; LOBO; GONZÁLEZ, 2010; SINGH *et al.*, 2016). Desse modo, a sustentabilidade tem sido incorporada na engenharia nos últimos anos e tornou-se importante no aproveitamento e reutilização de recursos renováveis para fabricação de produtos de alto valor a partir de bioresíduos (SONG *et al.*, 2015), por meio da produção de extratos vegetais, por exemplo.

Extratos naturais de plantas têm sido investigados quanto ao seu potencial como medicamentos alternativos e para a preservação de alimentos (MESOMO *et al.*, 2013; WENG; YEN, 2015; KARAOSMANOGLU; KILMARTIN, 2015; GYAWALI; HAYEK; IBRAHIM, 2015). Esses extratos são competitivos em relação aos sintéticos, pois possuem qualidades sensoriais mais próximas às suas matrizes vegetais de origem (MEIRELLES, 2003). Estudos químicos e farmacológicos envolvendo extratos naturais têm voltado ao cenário científico mundial nas últimas décadas devido, especialmente, à caracterização de novos compostos com atividade terapêutica e em função dos altos custos com pesquisa e elaboração de medicamentos sintéticos. A casca da banana apresenta-se, nesse contexto, como uma importante matéria-prima para a obtenção desses compostos. As características dos extratos de plantas são muito influenciadas pela metodologia de extração aplicada e suas variáveis de processo. Essa extração, a partir de produtos naturais, pode ser executada por hidroddestilação, arraste a vapor, enfleurage, extração por solventes, extração por aumento de pressão, maceração e por extração com fluidos supercríticos.

A maceração é um processo onde a matriz sólida rica no soluto de interesse é coberta com um solvente adequado (geralmente água, metanol, etanol ou acetona). Em função dos fenômenos de transferência de massa envolvidos (difusão e convecção), vários fatores têm efeito significativo sobre respostas de interesse em processos de extração sólido-líquido. O tamanho das partículas da matriz sólida tem influência sobre a difusão, o tipo de solvente sobre solubilidade, a relação quantitativa solvente/matriz sobre o equilíbrio e o tempo de contato é uma variável cinética com impacto sobre o rendimento (NAVIGLIO *et al.*, 2007; GIZIR; TURKER; ARTUVAN, 2008; NAVIGLIO; FERRARA, 2008; CUJIC *et al.*, 2016).

Os aspectos positivos da técnica de maceração são a viabilidade para utilização de solventes orgânicos ou inorgânicos e o baixo custo de operação e de capital, estes últimos motivados pela operação a temperatura ambiente e pela simplicidade dos equipamentos utilizados, respectivamente. As principais desvantagens desse processo (geralmente é lento e requer dias ou mesmo semanas para a completa extração) podem ser amenizadas pelo incremento da temperatura, o que aumenta o coeficiente de difusão e a concentração no equilíbrio na fase líquida (BUCI-KOJI *et al.*, 2007; LINARES *et al.*, 2010; JENSEN; ZANOELO, 2012).

Entretanto, é preciso destacar que o aumento da temperatura tem impacto negativo sobre o custo operacional, assim como contribui para a degradação de compostos sensíveis ao calor. Como alternativa ao incremento de temperatura, a maceração pode ser acelerada pelo uso de ultrassom ou micro-ondas, o que aumenta a energia cinética das moléculas no interior da matriz com impacto prático sobre a cinética e rendimento (MARCIC; LESPE; POTIN-GAUTIER, 2005; NAVIGLIO *et al.*, 2007; GIZIR; TURKER; ARTUVAN, 2008; NAVIGLIO; FERRARA, 2008; KOTOVICZ; WYPYCH; ZANOELO, 2014).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar físico-quimicamente as cascas da banana *in natura* e determinar a atividade antioxidante de extratos naturais obtidos a partir de cascas de banana nanica, utilizando a técnica convencional de extração por maceração.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima foi obtida a partir de um único lote de banana tipo nanica proveniente da cidade de Itapoá (SC). As bananas foram classificadas de acordo com o padrão de maturação sendo que somente as consideradas maduras, definidas pela coloração amarela das cascas e consistência firme, foram utilizadas para os experimentos. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno em freezer a $-10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

As cascas de banana foram avaliadas quanto ao teor de umidade pelo método gravimétrico em estufa a 105 °C , conforme descrito pela AOAC (2007). As análises de proteína (Kjeldahl, N x 6,25), lipídeos (Soxhlet), cinzas (incineração em mufla a 550 °C) e açúcares redutores e não redutores (Lane-Eynon) foram realizadas de acordo com os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). O valor energético total (VET) foi estimado conforme os fatores de conversão de Atawer de 4 Kcal/g de proteína, 4 Kcal/g de carboidrato, 9 Kcal/g de lipídeo. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

As cascas de banana *in natura* foram submetidas ao processo de maceração com solução hidroalcoólica (etanol: água na proporção 2:3 v/v) e maceração aquosa, segundo o procedimento descrito por Cunha *et al.* (2004). A massa da casca da banana e o volume de solvente foram determinados de acordo com um planejamento fatorial completo 2^2 , com triplicata do ponto central.

Tanto na extração aquosa quanto na extração hidroalcoólica, as massas de casca de banana estudadas foram 60 g, 155 g e 250 g, e o volume de solvente foi 250 mL, 350 mL e 450 mL. Para todos os ensaios o tempo de maceração foi de 5 dias em temperatura ambiente ($25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$). Os extratos obtidos foram filtrados por gravimetria, acondicionados em frascos âmbar e armazenados sob refrigeração ($5\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) até as análises da atividade antioxidante total.

A atividade antioxidante total dos extratos obtidos foi determinada pelo método espectrofotométrico de redução do composto fosfomolibdico descrito por Pietro; Pineda e Aguilar (1999). Os ensaios foram realizados em triplicata e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico/mL de extrato. Os resultados foram analisados estatisticamente usando o *software* Statistica 7.0, e a resposta foi avaliada independentemente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização das cascas de banana foi realizada com o intuito de conhecer e padronizar a matéria-prima utilizada para a obtenção de extratos com potencial atividade biológica. Na Tabela 1 são apresentados os conteúdos médios em base seca (exceto para umidade) das características físico-químicas da casca da banana *in natura*.

Tabela 1. Caracterização físico-química da casca da banana *in natura* (média \pm desvio padrão)

Parâmetro	Teores observados (g.100g ⁻¹)
Umidade a 105 °C	$89,33 \pm 0,19$
Proteínas	$7,30^* \pm 1,07$
Lipídeos	$0,00^* \pm 0,00$
Cinzas a 550 °C	$15,03^* \pm 0,55$
Açúcares Redutores	$43,01^* \pm 1,54$
Açúcares Não Redutores	$< 0,1^*$

*Valores expressos em base seca.

O valor de umidade obtido está próximo aos valores encontrados na literatura, de $86,5\% \pm 0,2$ (ROSSO, 2009) e $89,47\%$ (GONDIM *et al.*, 2005), assim como o teor de cinzas determinado corrobora os valores obtidos por

Gondim *et al.* (2005) de 9,02% (b.s.) e por Tsamo *et al.* (2015), que obtiveram valor no intervalo de 9,3 - 15,8% (b.s.), para seis diferentes cultivares. Gondim *et al.* (2005) obtiveram 0,99% (b.s.) de lipídeos para casca de banana *in natura* pelo método de Soxhlet, pouco acima do valor obtido neste trabalho. Pequenas diferenças podem ser devidas a espécie e cultivar de bananas utilizadas, bem como diferenças de clima e de solo onde as frutas foram cultivadas. Além desses, a composição química de frutas pode variar de acordo com fatores edafoclimáticos, tratos culturais, grau de maturação e época da colheita (TORREZAN, 2018).

Quanto ao teor de proteínas Gondim *et al.* (2005) relataram o valor de 16,05% (b.s.) correspondente a aproximadamente o dobro do teor observado neste trabalho. De acordo com os valores estabelecidos pela ANVISA (2017), produtos com quantidade de proteína superior a 6,0 g.100 g⁻¹ são consideradas fontes de proteínas. Assim, a casca da banana utilizada nesse estudo pode ser considerada uma fonte de proteína, quando utilizada na forma desidratada.

A casca de banana é rica em carboidratos simples, pois apresentou elevado teor de açúcares redutores, compatível com os valores observados por Tsamo *et al.* (2015) que obtiveram resultados de sólidos solúveis totais no intervalo de 24,5 - 60,7%, correspondente ao teor de açúcares solúveis e ácidos orgânicos presentes. Gondim *et al.* (2005) observaram teor de carboidratos de 46,63% (b.s.), sendo, nesse caso, obtido por diferença.

O teor energético calculado foi de 21,982 Kcal.100 g⁻¹ para casca de banana *in natura* e de 201,24 Kcal.100 g⁻¹ para a casca desidratada. O alto teor energético observado para casca desidratada é resultado do teor de proteínas (7,30 g.100 g⁻¹) somado ao alto teor de carboidratos (43,01 g.100g⁻¹), sendo que foi nulo o conteúdo de lipídeos.

A Tabela 2 apresenta o planejamento experimental estudado e os valores encontrados para a atividade antioxidante total dos diferentes extratos de casca de banana obtidos por maceração.

Tabela 2. Planejamento experimental (valores codificados e reais) utilizado para obtenção dos extratos e atividade antioxidante total (média \pm desvio padrão) dos diferentes extratos obtidos a partir de casca de banana por maceração aquosa e hidroalcoólica

Ensaio	Massa de amostra (g)	Volume solvente (mL)	Extração aquosa	Extração hidroalcoólica
			AAT (mg de ácido ascórbico/mL de extrato)*	AAT (mg de ácido ascórbico/mL de extrato)*
1	-1 (60)	-1 (250)	3,92 (\pm 0,10) ^{fg}	5,81 (\pm 0,04) ^e
2	-1 (60)	+1 (450)	2,55 (\pm 0,41) ^g	4,46 (\pm 0,34) ^{ef}
3	+1 (250)	-1 (250)	9,82 (\pm 0,18) ^d	16,27 (\pm 1,27) ^a
4	+1 (250)	+1 (450)	8,42 (\pm 0,11) ^d	17,42 (\pm 0,28) ^a
5	0 (155)	0 (350)	11,55 (\pm 0,56) ^c	11,50 (\pm 0,21) ^c
6	0 (155)	0 (350)	12,20 (\pm 0,24) ^{bc}	13,04 (\pm 0,80) ^b
7	0 (155)	0 (350)	11,55 (\pm 0,26) ^c	12,30 (\pm 0,20) ^{bc}

*Valores com a mesma letra são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Observa-se que os melhores resultados de atividade antioxidante total (AAT) foram obtidos para a maceração hidroalcoólica no ponto com maior quantidade de amostra e maior volume de solvente (17,42 mg de ácido ascórbico/mL de extrato) não sendo, porém, diferente significativamente ($p < 0,05$) do ensaio com a mesma quantidade de amostra e com o menor volume de solvente (16,27 mg de ácido ascórbico/mL de extrato). Esse fato demonstra que as extrações conduzidas com razão sólido/solvente (1:1) e (1:1,8) encontram-se muito próximas da condição de concentração de equilíbrio de compostos com atividade antioxidante entre a matriz sólida e a fase líquida. Deve-se notar que a menor proporção sólido/solvente gera um decréscimo no consumo de solvente e conseqüentemente diminuição no custo de extração. Cujic *et al.* (2016) estudaram a influência da razão sólido/solvente sobre a quantidade total de fenólicos em extratos de arônia seca (*Aronia melanocarpa*) obtidos por maceração tradicional. Os autores concluí-

ram que o rendimento de fenólicos total aumentou gradativamente da razão sólido/solvente (1:10) e atingiu o maior valor na proporção (1:30), pois sabe-se que a relação quantitativa soluto/solvente tem influência sobre a condição de equilíbrio.

A atividade antioxidante das amostras provenientes das extrações aquosas foi, em geral, menor que para as soluções hidroalcoólicas. Para ambos os processos de extração estudados, extração aquosa e hidroalcoólica, apenas a variável massa de amostra apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) e positivo sobre a atividade antioxidante total, dentro da faixa estudada, indicando que menor quantidade de solvente pode ser utilizada com a maior massa de amostra, reduzindo portanto os gastos com solvente e geração de resíduos. Dessa forma, o aumento na quantidade de amostra utilizada na extração levará a aumentos na atividade antioxidante total dos extratos obtidos.

González-Montelongo, Lobo e González (2010) também avaliaram a atividade antioxidante de extratos de cascas de banana “Grande Naine” e “Gruesa”, obtidos com diferentes solventes. Os resultados variaram entre 0,013 - 0,17 (g de ácido ascórbico equivalente/100g de matéria seca) para extratos obtidos com água e entre 0,59 - 1,1 (g de ácido ascórbico equivalente/100g de matéria seca) para extratos obtidos com etanol:água (1:1). As diferenças entre os valores obtidos por González-Montelongo, Lobo e González (2010) e o presente trabalho deve-se possivelmente às diferentes condições de tempo/temperatura e razão sólido/solvente usadas na obtenção dos extratos e as diferentes técnicas de determinação da atividade antioxidante.

Os resultados obtidos para a atividade antioxidante de cascas de banana foram significativos comparados com outros resíduos encontrados na literatura (CATANEO *et al.*, 2008), ressaltando que os métodos de determinação da atividade antioxidante são diferentes. Esses resultados demonstram a expressiva presença de compostos com atividade antioxidante em cascas de banana e que esta poderia ser uma fonte muito barata de extratos ricos em compostos bioativos, como sugerido por González-Montelongo, Lobo e González (2010) e Someya, Yoshiki e Okubo (2002).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A casca da banana apresenta boas características que a tornam um resíduo com potencial para industrialização devido principalmente ao alto teor proteico e de carboidratos e baixo valor energético. Os extratos obtidos apresentaram boa atividade antioxidante total, sendo que os extratos hidroalcoólicos apresentaram maior atividade (17,42 mg de ácido ascórbico/mL de extrato), comparados aos extratos aquosos. Dessa forma, as cascas de banana são resíduos baratos que apresentam potencial para serem utilizados na obtenção de extratos naturais com atividade biológica podendo ser aplicados em diversos processos e produtos, como agentes antioxidantes naturais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 19 abr. 2017.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16. ed. Gaithersburg: Patricia Cunniff 2007. v. 2.

BAKRY, F.; CARREL, F.; CARUANA, M. L.; COTE, F. X.; JENNY, C.; TEZENAS, D. H. Les bananiers. Amelioration des plantes tropicales. **Cirad-Orstom**, p. 109-139, 1997.

BRANCA, C.; DI BLASI, C. A lumped kinetic model from banana peel combustion. **Thermochimica Acta**, v. 614, p. 68-75, 2015.

- BUCIĆ-KOJIĆ, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; VELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 236-242, 2007.
- CATANEO, C. B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Ciências Agrárias**, v. 29, p. 93-102, 2008.
- CUJIC, N.; SAVIKIN, K.; JANKOVIC, T.; PLJEVLJAKUSIC, D.; ZDUNIC, G.; IBRIC, S. Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. **Food Chemistry**, v. 194, p. 135-142, 2016.
- CUNHA, I. B. S.; SAWAYA, A. C. H. F.; CAETANO, F. M.; SHIMIZU, M. T.; MARCUCCI, M. C.; DREZZA, F. T.; POVIA, G. S.; CARVALHO, P. O. Factors that Influence the Yield and Composition of Brazilian Propolis Extracts. **Journal of Brazilian Chemistry Society**, v. 15, p. 964-970, 2004.
- DAVEY, M. W.; KEULEMANS, J.; SWENNEN, R. Methods for the efficient quantification of fruit provitamin A contents. **Journal of Chromatography A**, v. 1136, p. 176-184, 2006.
- EMAGA, T. H.; ANDRIANAIVO, R. H.; WATHELET, B.; TCHANGO, J. T.; PAQUOT, M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plaintais peels. **Food Chemistry**, v. 103, p. 590-600, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Banana**: Sistemas de Produção EMBRAPA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/banana/bananarondonia/importancia.htm>. Acesso em: 19 mar. 2014.
- GIZIR, A. M.; TURKER, N.; ARTUVAN, E. Pressurized acidified water extraction of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) anthocyanins. **European Food Research and Technology**, v. 226, p. 363-370, 2008.
- GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V. M.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 825-827, 2005.
- 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, p. 1030-1039, 2010.
- GYAWALI, R.; HAYEK, S. A.; IBRAHIM, S. A. Plant extracts as antimicrobials in food products: Types. **Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality**, p. 31-47, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do IAL: Métodos químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018p.
- JENSEN, S.; ZANOELO, E. F. Kinetics of aqueous extraction of mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. **Journal of Food Process Engineering**, v. 36, n. 2, p. 220-227, 2013. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2012.00675.x. 2012.
- KARAOSSANOGLU, H.; KILMARTIN, P. A. Tea extracts as antioxidants for food preservation. **Handbook of Antioxidants for Food Preservation**, p. 219-233, 2015.
- KOTOVICZ, V.; WYPYCH, F.; ZANOELO, E. F. Pulsed hydrostatic pressure and ultrasound assisted extraction of soluble matter from mate leaves (*Ilex paraguariensis*): Experiments and modeling. **Separation and Purification Technology**, v. 132, p. 1-9, 2014.
- LINARES, A. R.; HASE, S. L.; VERGARA, M. L.; RESNIK, S. L. Modeling yerba mate aqueous extraction kinetics: influence of temperature. **Journal of Food Engineering**, v. 97, p. 471-477, 2010.
- MARCIC, C.; LESPES, G.; POTIN-GAUTIER, M. Pressurized solvent extraction for organotin speciation in vegetable matrices. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 382, p. 1574-1583, 2005.

- MEIRELLES, M. A. A. Supercritical extraction from solid: process Designer data (2001-2003). **Current Opinion in Solid State and Materials Science**, v. 7, p. 321-330, 2003.
- MESOMO, M. C.; CORAZZA, M. L.; NDIAYE, P. M.; DALLA SANTA, O. R.; CARDOZO, L.; SCHEER, A. P. Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 80, p. 44-49, 2013.
- NAVIGLIO, D.; PIZZOLONGO, F.; ROMANO, R.; FERRARA, L.; NAVIGLIO, B.; SANTINI, A. An innovative solid-liquid extraction technology: use of the Naviglio extractor for the production of lemon liquor. **African Journal of Food Science**, v. 1, p. 42-50, 2007.
- NAVIGLIO, D.; FERRARA, L. **Tecnicas estrattive solido-liquido. Teoria e pratica**. Aracne: Roma, 2008.
- PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, 1999, 269-337.
- ROSSO, S. R. **Aproveitamento do resíduo da agroindústria da banana: caracterização química e levantamento de parâmetros termodinâmicos**. 2009. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- SINGH, B.; SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits - A review. **Food Chemistry**, v. 206, p. 1-11, 2016.
- SOMEYA, S.; YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). **Food Chemistry**, v. 79, p. 351-354, 2002.
- SONG, D.; SEO, Y. H.; SUNG, M.; PARK, S. B.; HAN, J. Fenton-mediated production of hydroxymethylfurfural (HMF) from banana waste. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 27, p. 31-34, 2015.
- TSAMO, C. V. P.; HERENT, M. F.; TOMEKPE, K.; EMAGA, T. H.; QUETIN-LACLERCQ, J.; ROGEZ, H.; LARONDELLE, Y.; ANDRE, C. M. Effect of boiling on phenolic profiles determined using HPLC/ESI-LTQ-Orbitrap-MS, physic-chemical parameters of six plantain banana cultivars (*Musa* sp). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 44, p. 158-169, 2015.
- TORREZAN, R. Embrapa - Agência Embrapa de informação tecnológica. **Frutas**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid57plx02wyiv80z4s4737f5asrp.html. Acesso em: 11 fev. 2019.
- WACHIRASIRI, P.; JULAKARANGKA, S.; WANLAPA, S. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 31, p. 5-611, 2009.
- WENG, C. J.; YEN, G. C. Natural plant extracts as antioxidants for food preservation. **Handbook of Antioxidants for Food Preservation**, p. 235-249, 2015.