



INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE MINERAIS EM RESÍDUO DE ABACAXI E INFUSÃO AQUOSA DA CASCA

Mariana Tararam, Grasieli Beloni de Melo, Eduardo A. Orlando, Juliana A. L. Pallone

RESUMO

O nome científico do abacaxi é *Ananas comosus* L. Merrill e pertence à família Bromeliaceae, sendo as cultivares “Pérola” e “Smooth Cayenne” as mais produzidas e consumidas no Brasil, dependendo da região. Com o crescimento da população mundial, a demanda por alimentos cresceu, da mesma forma que a geração de resíduos e a fome se tornaram grandes problemas para o mundo. Analisando essa situação, a busca por novas fontes alimentares se tornou uma tendência e, com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a presença de minerais essenciais em resíduos de abacaxi. Realizou-se uma triagem para identificação dos principais minerais presentes em amostras de casca de abacaxi, através da Espectrometria de Absorção Atômica com Chama (FAAS) e, com base nos valores da Ingestão Diária Recomendada (IDR) verificou-se que os minerais cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn) com valores significativos. Em seguida, realizou-se a validação de um método analítico para análise de minerais, através das etapas de repetibilidade, precisão intermediária, recuperação e análise de LQ e LD. O trabalho apresenta também uma revisão bibliográfica sobre o abacaxi *in natura*, seu processamento tecnológico, resíduos gerados no processamento, análises nutricionais, compostos bioativos e sua toxicidade.

INTRODUÇÃO

O nome científico do abacaxi é *Ananas comosus* L. Merrill e, em 2018, teve uma produção de 1.766.986 toneladas no Brasil. O consumo *in natura* faz parte da alimentação dos brasileiros, assim como em sua forma de processamento mínimo e, nas duas formas, há a separação da parte comestível e subprodutos, que são, em sua maioria, descartados. Sendo os resíduos do abacaxi “Pérola”, coroa, casca, extremidades e cilindro central, responsável por, aproximadamente, 2/5 do seu peso (GONÇALVES, 2000; SARZI; DURIGAN, 2002). As frutas apresentam, além das suas características sensoriais desejáveis, propriedades antioxidantes, fibras alimentares, vitaminas e minerais presentes em sua composição.

O objetivo deste estudo foi apresentar dados sobre a validação de um método analítico para análise de minerais essenciais em resíduos de abacaxi, além de realizar uma análise bibliográfica sobre o abacaxi *in natura*, seu processamento tecnológico, resíduos gerados no processamento, análises nutricionais, compostos bioativos e sua toxicidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise de minerais essenciais na casca do abacaxi, obteve-se as amostras no comércio de Indaiatuba, SP, Brasil, a partir dos quais realizou-se o preparo das mesmas, através das etapas de secagem e homogeneização (moagem) adequadas e necessárias para a matéria prima. Após o preparo, foi possível observar, pela Figura

1, o processo de triagem para identificação dos principais minerais presentes em amostras de casca de abacaxi.

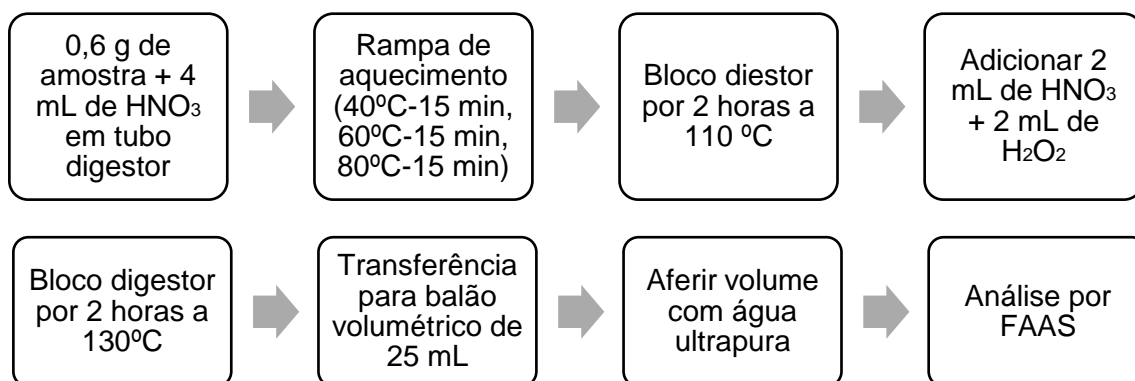


Figura 1. Fluxograma para análise de minerais em casca de abacaxi

Para a etapa de triagem utilizou-se como base uma amostra de casca de abacaxi pérola obtida pela mistura de amostras de diferentes produtores de abacaxis e foram avaliados os teores de cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês. Com base nos dados obtidos e os valores do Índice de Recomendação Diária (IDR) determinou-se os minerais que apresentavam maiores taxas e, por isso, seriam validados.

Para a etapa de validação do método analítico utilizou-se uma única amostra de casca de abacaxi e todos os ensaios foram realizados com base no DOQ-CGCRE-008, Orientação Sobre Validação de Métodos Analíticos – Inmetro (2016), com base nos parâmetros de repetibilidade, recuperação, limites de detecção e quantificação e linearidade. Toda a análise de minerais foi realizada com a técnica FAAS (Espectrometria de Absorção Atômica com Chama), equipado com lâmpadas de cátodo oco e de acordo com seus respectivos comprimentos de onda. Para cada mineral tem-se: ferro (248,3 nm), cálcio (422,67 nm), magnésio (285,21 nm) e manganês (279,50 nm). Cada amostra foi introduzida no nebulizador e misturada a uma chama de ar/acetileno (2,5 L.h-1 / 10 L.h-1) a aproximadamente 2000°C.

Para o ensaio de repetibilidade, realizou-se a análise de minerais em um mesmo dia, em 8 replicatas e para a precisão intermediária foram realizadas análises em 3 dias diferentes (replicatas). Para cada replicata foram preparadas 8 amostras e estas foram avaliadas. Para a etapa de recuperação, a amostra foi fortificada com os minerais cálcio, manganês, ferro e magnésio, digeridas e então avaliadas para cada mineral. Para o ensaio de linearidade utilizou-se os limites de detecção e quantificação, a curva padrão e o teste F (conhecido como F-*Snedecor*) na análise da variância (ANOVA) da regressão.

Testes realizados com infusão de cascas de abacaxi, indicaram que haveria possibilidade de se utilizar o extrato para análise direta dos minerais, sem necessidade de mineralização.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a etapa de triagem utilizou-se uma amostra contendo uma mistura de cascas e abacaxi coletadas no mercado, de diferentes produtores, e avaliou-se os minerais essenciais zinco, cálcio, cobre, magnésio, ferro e manganês, podendo ser observados na Tabela 1 os resultados. É possível analisar o resultado obtido em um estudo realizado por Gondim et al. (2005) sobre a existência de casca de abacaxi.

Tabela 1. Comparação de valores obtidos para análise de minerais em casca de abacaxi por triagem com os dados relatados em pesquisa por Gondim et al. (2005)

	100 g de amostra					
	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Magnésio (mg)	Manganês (mg)	Zinco (mg)	Cobre (mg)
Misturas de cascas de abacaxi pérola (presente estudo)	225,68 ± 5,55	6,24 ±0,12	71,31 ±1,08	11,02 ±0,07	0,44 ±0,3	3,9 ±0,2
Casca de abacaxi (Gondim et al., 2005)	76,44	0,71	26,79	ND	0,45	0,11

ND – Não Detectado

Observou-se que os dados preliminares (triagem) obtidas no presente estudo indicaram maiores teores para todos os minerais, para as amostras que foram secas e moídas, comparando o trabalho de Gondim et al. (2005). Comparando com os valores de IDR de cada mineral, determinou-se os minerais com concentrações mais significativas, a saber: cálcio – 1000 mg, ferro – 14 mg, magnésio – 260 mg, manganês – 2,3 mg, zinco – 7 mg e cobre – 900 µg. A partir dessa análise, deu-se continuidade ao projeto, realizando a validação da metodologia, que foi considerada adequada para a avaliação dos minerais, sendo os valores obtidos para LD 18,9 mg/kg para o cálcio, 1,2 mg/kg para o magnésio, 6,5 mg/kg para o ferro e 6,1 mg/kg para o manganês. Para o LQ, os valores encontrados foram 28,5 mg/kg para o cálcio, 1,9 mg/kg para o magnésio, 10,2 mg/kg para o ferro e 15,9 mg/kg para o manganês.

Para o ensaio de linearidade foram obtidas as curvas analíticas para cada mineral essencial: magnésio ($y = 1,0714x + 0,0083$; $R^2 = 0,9969$), manganês ($y = 0,1282x + 0,0022$; $R^2 = 0,9892$), cálcio ($y = 0,0595x + 0,0005$; $R^2 = 0,9985$) e ferro ($y = 0,0625x + 0,0035$; $R^2 = 0,9935$). Para o ensaio de precisão intermediária obteve-se os valores: cálcio ($3735,5 \pm 76,9$ mg/kg; CV = 2,1), magnésio ($762,1 \pm 41,0$ mg/kg; CV = 5,4), ferro ($33,2 \pm 1,7$ mg/kg; CV = 5,3) e manganês ($157,1 \pm 8,3$ mg/kg; CV = 5,3). Os valores de CV determinados pelo critério de aceitação do guia de validação utilizado são de 3,7 para o cálcio (unidade de 0,1%), 5,3 para o magnésio e manganês (100 ppm - mg/kg) e 7,3 para o ferro (10 ppm - mg/kg), é possível afirmar que os coeficientes de variação ficaram abaixo dos valores permitidos e, por isso, aceitáveis para o ensaio.

Os resultados do ensaio de repetibilidades foram: cálcio ($3710,7 \pm 43,7$ mg/kg), magnésio ($715,6 \pm 12,9$ mg/kg), ferro ($32,5 \pm 0,7$ mg/kg) e manganês ($164,4 \pm 3,5$ mg/kg). E a partir desses resultados determinou-se as porcentagens de fortificação do ensaio de recuperação para avaliar a exatidão do método. Para o cálcio e para o magnésio a fortificação foi de 10% e 25%, para o ferro foi de 50% e 100% e para o manganês, 40% e 80%. As porcentagens de recuperação foram calculadas com base na equação: $Recuperação\ analítica = \frac{valor\ observado}{valor\ esperado} \times 100\%$. E os valores encontrados foram: cálcio ($R(10\%) = 99,4\%$; $R(25\%) = 93,1\%$), magnésio ($R(10\%) = 100,7\%$; $R(25\%) = 108,2\%$), ferro ($R(50\%) = 97,9\%$; $R(100\%) = 95,3\%$) e manganês ($R(40\%) = 103,1\%$; $R(80\%) = 100,9\%$). Encontradas altas porcentagens de recuperação e, portanto, com alta exatidão.

A segunda parte do projeto contou com a realização de uma revisão bibliográfica sobre as características nutricionais, compostos bioativos e toxicidade, além de

comparar resultados obtidos anteriormente sobre a casca do abacaxi. Através da Tabela 1 é possível observar que os resultados encontrados através do nosso método apresentam valores muito superiores quando comparados ao trabalho de Gondim et al. (2005).

A Tabela 2 permite que comparemos a existência de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante em cultivares de abacaxi pérola (FERREIRA et al., 2016) e farinha da casca do abacaxi pérola (ARAUJO, 2019).

Tabela 2. Valores de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante em *Ananas comosus* e em resíduos

	Vitamina C (mg/100 g)	Compostos fenólicos (mg ácido gálico/100g)	Capacidade antioxidante (% inibição)	Carotenóides
Cultivar de abacaxi pérola	49,79 ± 6,60	84,90 ± 14,74	17,18 ± 4,49	ND
Farinha da casca do abacaxi pérola	0,05601 ± 0,0029	108,75 ± 0,04	ND	50,26 ± 2,20

ND – Não Detectado

Os estudos realizados por Silva (2013) evidenciam que a farinha do resíduo do abacaxi contém valores elevados de compostos fenólicos totais (819,80 mg/100g), destacando flavonoides totais (128,01 mg/100 g) e flavonóides (98,65 mg/100 g). O trabalho também visa aprofundar sobre a infusão aquosa da casca do abacaxi, Marreiro et. al (2010), determinou o teor de vitamina C em chá de casca de *Ananas comosus*, encontrando o valor de 177,000,33 mg por 100 g de amostra. Comparado aos teores de vitamina C em chás verde e preto que apresentam, respectivamente, 300 e 200 mg de vitamina C por 100 g da amostra, os chás produzidos a partir da casca do abacaxi apresenta um percentual aceitável da vitamina. As recomendações diárias de ingestão da vitamina C, segundo a RDC nº269/2005, é de 45 mg para adultos, 45 g para crianças de 7 a 10 anos e 70 g para gestantes.

Na questão dos compostos tóxicos em abacaxi, por conta do cultivo do abacaxi, o fruto está sujeito ao ataque de pragas e doenças conhecidas como, o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), a cochonilha-do-abacaxi (*Dysmicoccus brevipes*), a podridão negra (fungo *Ceratocystis paradoxa*), a broca do fruto (*Strymon basalides*) e a fusariose (fungo *Fusarium subglutinans*), assim como ervas daninhas. A presença de resíduos de ingredientes ativos não recomendados, como fentropatria, piraclostrobina, triflumizole e trifluralina, em níveis que podem se um risco a segurança alimentar da população, pois não está adequado toxicologicamente (BARBOSA, 2013).

Por outro lado, os resíduos do abacaxi podem atuar como proteção ao organismo às modificações que metais podem causar, como é o caso da bromelaína, enzima rica em enxofre, que é encontrada, principalmente, no caule. É bastante utilizada em aplicações medicinais, especialmente em crescimento de tumores, coágulo do sangue e impacto anti-inflamatório. Estudos recentes sobre a bromelaína, indicaram que esta enzima pode ser capaz de atenuar a toxicidade oxidativa e disfunção testicular causada pelo minério alumínio, através da potenciação do estado antioxidante, depressão da geração de ROS e melhora das funções testiculares devido a sua potente ação antioxidante (JEBUR et al., 2020). Outra aplicação de um dos resíduos do abacaxi,

nesse caso da folha, é utilizada como medicamentos, atuando como propriedades anti-diabéticas e anti-dislipidemicas (HU et al., 2011).

CONCLUSÃO

Devido ao cenário de fome e desperdício, a indústria de alimentos tem um papel importante de atuação. Através de produtos inovadores, a busca por novas fontes de energia, carboidratos, fibras, minerais (cálcio, magnésio, manganês e ferro) e compostos bioativos (compostos fenólicos - flavonóides, vitaminas - ácido ascórbico), encontram os resíduos de frutos uma boa opção. Nosso estudo apresentou um método validado para avaliação dos principais minerais essenciais em casca de abacaxi, além de mostrar que as infusões poderiam ser avaliadas por análise direta do extrato. Compostos bioativos já foram relatados em abacaxi, resíduos e infusão. Dados sobre a toxicidade da casca de abacaxi indicam que não há risco à saúde do consumidor, pois os resíduos de agrotóxicos estariam presentes em baixas concentrações. Por outro lado, esses resíduos podem atuar revertendo a toxicidade, é o caso da bromelaína encontrada no caule do abacaxi, capaz de atenuar a toxicidade oxidativa e diminuir a contaminação por alumínio.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/CNPQ pela confiança do projeto de iniciação científica e à professora, doutorandos e técnico pela orientação e suporte ao longo do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, P. C. **Desenvolvimento de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de casca de abacaxi pérola e maracujá rubi do cerrado**. Morrinho, GO. IF Goiano, 2019.
- BARBOSA, P. G. A. **Desenvolvimento de Método Analítico para Determinação Multirresíduo de Agrotóxicos em Abacaxi utilizando as Técnicas Quercers e CG-EM**. Universidade Federal do Ceará. Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Programa de Pós-Graduação em Química. Fortaleza. 2013.
- Brasil. Ministério da Saúde. Legislação em Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais** Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18828&word=>>. Acesso em: 17 de set. 2020.
- FERREIRA, E. A.; SIQUEIRA, H. E.; VALEIRO, E. V. B.; STAHL, V. H.; OLIVEIRA, A. R. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de cultivares de abacaxizeiros**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, n.3, p.138-146. 2016.
- GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. cap. 2, p. 13-27 (Frutas do Brasil, 5).
- GONDIM, J. A. M., MOURA, M. F. V., DANTAS, A. S., MEDEIROS, R. L. S., SANTOS, K. M. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 25(4): 825-827, 2005.
- HU, J., LIN, H., SHEN, J., MA, C., ZHAO, Y., LEI, F., XING, D., DU, L. **Developmental toxicity of orally administered pineapple lead extract in rats**. Food and Chemical Toxicology. Elsevier. 1455-1463. 2011.
- JEBUR, A. B., EL-DEMERDASH, F. M., KANG, W. **Bromelain from *Ananas comosus* stem attenuates oxidative toxicity and testicular dysfunction caused by aluminum in rats**. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. v. 62. December 2020.
- SARZI, B., DURIGAN, J. F. **Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi**. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 24 (2) p. 333-337, agosto 2002.
- SILVA, A. M. **Compostos fenólicos e potencial antioxidante da Farinha do Resíduo de Abacaxi (*Ananas comosus*)**. UFRP. Departamento de Ciências Domésticas. Recife, 2013.