

## DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE DECOMPOSIÇÃO ÁCIDA COM SISTEMA DE REFLUXO PARA ANÁLISE ELEMENTAR EM ABÓBORAS

**MARIANA MOREIRA DA CUNHA<sup>1</sup>; SÉRGIO VINÍCIUS DE FARIA SCHOLANTE<sup>2</sup>;**  
**ANDERSON SCHWINGEL RIBEIRO<sup>3</sup>; MARIANA ANTUNES VIEIRA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – cunha.mariana2003@gmail.com*

<sup>2</sup> *Universidade Federal de Pelotas – sergio.scholante@ufpel.edu.br*

<sup>3</sup> *Universidade Federal de Pelotas – andersonsch@hotmail.com*

<sup>4</sup> *Universidade Federal de Pelotas – maryanavieira@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

As abóboras, pertencentes a família das cucurbitáceas, são alimentos fibrosos de elevado valor nutricional que apresentam distribuição tropical e subtropical, possuindo importância econômica e social, sendo amplamente cultivadas e consumidas no Brasil. Trata-se de um alimento utilizando, principalmente quando maduro para alimentação humana incluindo a polpa da fruta. Além disso, as suas sementes também são utilizadas na nutrição em diversas formas e podem ser consumidas inteiras. Outras partes desse alimento podem ser utilizadas, como as flores e as pontas jovens dos caules (ACHI, et. al., 2005; BRANDÃO FILHO, 2018).

O teor de nutrientes presentes na polpa das abóboras é semelhante ao descrito para as demais espécies cultivadas, sendo rica em vitaminas, como do complexo A, C e E, proteínas, gorduras e minerais como Cu, Fe, Mg e K, que auxiliam na manutenção da pressão arterial e do sistema nervoso (BERMEJO, 1994). As sementes de abóbora ajudam a estimular o apetite e são benéficas para os dentes, nervos, cabelos e unhas (LAZOS, 1996). Tendo em vista a ampla utilização desse alimento para a culinária mundial e o seu elevado valor nutritivo, é de suma importância a avaliação de minerais presentes em sua composição, uma vez que pode ser utilizado para satisfazer as necessidades nutricionais da população crescente. (MOHAAMMED, et al., 2014.). Para que essa análise mineral seja eficiente, é necessário desenvolver um método de preparo de amostras rápido, seguro e que respeite os princípios da Química Verde.

A decomposição ácida utilizando bloco digestor com sistema de refluxo acoplado é um método de preparo que permite a utilização de uma massa de amostra significativa contribuindo com a representatividade e confere a recuperação dos reagentes, evitando perdas por volatilização mesmo que em temperaturas elevadas (ORESTE, et. al., 2013).

Para a determinação elementar, a Espectrometria de emissão óptica com plasma induzido por micro-ondas (MIP OES) tem sido bastante aplicada, pois trata-se de uma técnica multielementar que utiliza o nitrogênio removido da atmosfera para a manutenção do seu plasma, sendo um instrumento de fácil manuseio e boa sensibilidade (AGILENT, 2021).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um método de preparo de amostra empregando a decomposição ácida com sistema de refluxo para análise multielementar em abóboras.

## 2. METODOLOGIA

Para os estudos, uma amostra de abóbora japonesa ou cabotiá, da variedade da espécie cucurbita máxima, foi utilizada na forma *in natura* e cozida. Para o cozimento, a amostra, descascada e cortada em pedaços, foi inserida em um recipiente de vidro contendo água deionizada. O conjunto foi aquecido com o auxílio de uma chapa de aquecimento, até que a amostra não mostrasse resistência ao corte. Em seguida, foi homogeneizada e armazenada em tubos de polipropileno e mantidas refrigeradas até o momento do preparo. Já, a amostra *in natura* foi submetida a um processo de liofilização de modo a obter um sólido, a fim de utilizar apenas a massa seca no processo de decomposição ácida.

Para a definição das melhores condições da decomposição ácida com sistema de refluxo, foram realizados diferentes testes, em triplicata, variando os volumes de  $\text{HNO}_3$  65% (v/v),  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% (v/v) e água deionizada, considerando um volume de decomposição de 5 mL. A massa de amostra foi mantida em 250 mg, a temperatura do bloco digestor em 200°C e o tempo total de decomposição foi de 3 horas. As condições avaliadas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Condições de decomposição avaliadas

Teste	$\text{HNO}_3$ (mL)	$\text{H}_2\text{O}$ (mL)	$\text{H}_2\text{O}_2$ (mL)
1	4,0	1,0	0,0
2	3,0	1,0	1,0
3	4,0	0,5	0,5

O teor de acidez e de sólidos residuais foi verificado para cada condição avaliada e a do teste 2 foi escolhida como ideal, fornecendo teores de 6,15% para acidez e de 0,12% para o sólido residual. Desta forma, as amostras foram preparadas seguindo o procedimento: pesaram-se 250 mg de amostra diretamente em tubos de borossilicato, seguido da adição de 3 mL de  $\text{HNO}_3$  65% (v/v) e 1 mL de água deionizada. Em seguida foi acoplado aos tubos digestores, o sistema de refluxo juntamente com encaixes de Teflon® para alívio de pressão. As soluções foram aquecidas em bloco digestor a 200°C por 2 horas. Após, os tubos foram retirados do bloco e foi adicionado 1 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% (v/v) e levados novamente ao aquecimento por mais 1 hora a mesma temperatura (200°C). Por fim, as soluções resultantes foram transferidas para tubos de polipropileno e corrigidas a um volume final de 25 mL com água deionizada para posterior análise.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o preparo das amostras de abóbora japonesa (*in natura* e cozida), foram determinadas as concentrações preliminares dos analitos por MIP OES. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados de concentração total dos analitos em amostra de abóbora obtidas por MIP OES. Valores expressos em mg kg<sup>-1</sup>.

Analitos	Concentração, X ± SD (RSD)	
	<i>in natura</i>	cozida
<b>Al</b>	2,36 ± 0,04 (1,8)	1,33 ± 0,01 (0,5)
<b>Ca</b>	273,43 ± 9,82 (3,6)	46,05 ± 1,94 (4,2)
<b>Fe</b>	17,61 ± 0,13 (0,76)	4,21 ± 0,32 (7,6)
<b>K</b>	18661,9 ± 373,7 (2)	2477,7 ± 30,7 (1,2)
<b>Mg</b>	462,7 ± 13,01 (2,8)	113,6 ± 7,97 (7,0)
<b>Mn</b>	2,93 ± 0,02 (0,76)	0,88 ± 0,001 (0,12)
<b>Na</b>	31,91 ± 1,09 (0,97)	2,87 ± 0,31 (11)
<b>Si</b>	34,31 ± 2,29 (6,7)	13,50 ± 0,92 (6,8)

média ± desvio padrão (desvio padrão relativo).

Na análise do conteúdo mineral, o Ca, o K e o Mg apresentaram as maiores concentrações na amostra *in natura*, o que está de acordo com os reportados na literatura (INTECHOPEN, 2020). Embora, o valor de concentração obtido experimentalmente para Ca tenha sido de 273,4 mg kg<sup>-1</sup>, na literatura são apresentados valores que variam de 100 mg kg<sup>-1</sup> (INTECHOPEN, (2020) até 1815 mg kg<sup>-1</sup> (SILVA (2022)). Já os valores obtidos para K e Mg se aproximam aos relatados por SILVA (2022) que obteve um valor médio de 22333,0 mg kg<sup>-1</sup> de K e INTECHOPEN, (2020) que apresentou um valor de 320 mg kg<sup>-1</sup> de Mg.

Os analitos Mn e Al apresentaram-se em menor quantidade. O Mn possui uma concentração de 2,93 mg kg<sup>-1</sup> semelhante a valores obtidos por PRIORI (2017), de 2,4 e 3,4 mg kg<sup>-1</sup>. Na literatura, não foram encontrados resultados de concentração para os analitos Al e Si, porém apresentaram nesse estudo concentrações de 2,36 e 34,31 mg kg<sup>-1</sup>. Já, para o Na, a concentração obtida foi de 31,91 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo-se do obtido por INTECHOPEN, (2020) de aproximadamente 56 mg kg<sup>-1</sup>.

Após o cozimento da amostra, foi observado que todos os analitos tiveram uma diminuição de concentração, o que está de acordo com DAIUTO (2012), que relata a diminuição mineral nestas amostras após a aplicação de diferentes tipos de cocção. Porém, considerando 3,3 g de ingestão diária de abóbora, descrito por MORAES (2018), todos os analitos investigados estão abaixo deste índice, mas o consumo de assíduo de abóboras, unido a outros alimentos, pode contribuir para a ingestão de analitos essenciais à saúde.

#### 4. CONCLUSÕES

O método desenvolvido para o preparo das amostras mostrou-se eficiente na decomposição de abóbora tanto *in natura* quanto após tratamento térmico, e pode ser viável para análises de rotina, além de ser ambientalmente amigável quando comparado com outros métodos de preparo para este tipo de amostra.

Em relação a concentração total dos analitos investigados, as amostras não fornecem a concentração recomendada de ingestão diária para Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, e Si sendo necessária a ingestão de outros alimentos para suprir as necessidades desses no organismo ao longo do dia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHI, M.; FOKOU, E.; TCHIEGANG, C.; FOTSO, M.; MBIAPO, F. Valor nutricional de algumas sementes oleaginosas de *Cucurbitaceae* de diferentes regiões dos Camarões. *Revista Africana de Biotecnologia*, v. 4, n. 11, p. 1334-1339, 2005.
- Agilent Technologies. 2021, Microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES) - Application. 167, 1–163.
- ALIU, Sali et al. *Nutritive and mineral composition in a collection of Cucurbita pepo L. grown in Kosova*. Food and Nutrition Sciences, v. 3, p. 634–638, maio 2012
- BERMEJO, Jeh. Culturas negligenciadas: 1492 de uma perspectiva diferente, Série de Produção e Proteção Vegetal nº. 26, FAO, Roma, 1994, pp. 63-77.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; PIGOLI, D. R.; CARVALHO, L. R. Alterações nutricionais em casca e polpa de abóbora decorrentes de diferentes métodos de cocção.[Capítulo de livro]. 2020. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/69085>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- LAZOS, S. Características nutricionais, de ácidos graxos e de óleo de sementes de abóbora e melão. *Revista de Ciência dos Alimentos*, v. 15, p. 1382-1383, 1986.
- MOHAAMMED, S. S. et al. Proximate, mineral and anti-nutritional composition of Cucurbita maxima fruits parts. *Nigerian Journal of Chemical Research*, v. 19, p. 37-49, 2014.).
- MORAES, Aline et al. *Aproveitamento integral da abóbora paulista (Cucurbita moschata)*. In: ENCONTRO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2018, Campos do Jordão. Anais [...]. Campos do Jordão: Univap, 2018.
- ORESTE, Eliézer Quadro et al. Novo desenho de dedo frio para preparo de amostras em sistema aberto: determinação de Hg em amostras biológicas por CV-AAS. *Revista Microquímica*, v. 109, p. 5-9, 2013.
- PARIS, H. Abóbora de verão: história, diversidade e distribuição. *Tecnologias Hortícolas*, v. 6, p. 6-13, 1996.
- PRIORI, Daniela et al. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil. *Food Science and Technology*, Campinas, v. 37, n. 1, p. 33–40, jan./mar. 2017.
- SILVA, A. P. da; ALMEIDA, F. C.; SOUSA, R. M. et al. Aproveitamento da polpa e sementes de abóbora (*Cucurbita moschata*) para elaboração de farinhas com potencial nutricional. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, e36211931811, 2022.