

## CARACTERIZAÇÃO E ENCAPSULAÇÃO DE EXTRATO DE BRÓCOLIS POR ELECTROSPINNING

JOSÉ PEDRO SPIES NOLIBOS<sup>1</sup>; MARJANA RADÜNZ<sup>2</sup>; HELEN CRISTINA DOS SANTOS HACKBART<sup>2</sup>; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE<sup>2</sup>; FABIO CLASEN CHAVES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jpnolibos@gmail.com](mailto:jpnolibos@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marjanaradunz@gmail.com](mailto:marjanaradunz@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [helenhackbart@gmail.com](mailto:helenhackbart@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [elessandrad@yahoo.com.br](mailto:elessandrad@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fabio.chaves@ufpel.edu.br](mailto:fabio.chaves@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Originária do Oriente Médio e amplamente cultivada e consumida mundialmente, o brócolis ocupa a oitava posição entre as hortaliças mais produzidas no Brasil, sendo cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste. (IBGE, 2018; AUGUSTINE et al., 2014). O órgão comumente consumido dessa hortaliça é a inflorescência, cuja composição apresenta ácido ascórbico, compostos fenólicos, minerais, carotenoides e glicosinolatos que são benéficos à saúde (THOMAS et al., 2018; VILLARREAL-GARCÍA & JACOBO-VELÁZQUEZ, 2016; REIS et al., 2015).

Oriundos do metabolismo especializado de plantas, os glicosinolatos são compostos de ocorrência exclusiva em Brassicas. Sob condições de estresse, ocorre a hidrólise destes compostos por ação de enzimas mirosinases, levando à perda do grupamento açúcar e à formação de isotiocianatos, tiocianatos, nitrilas, epitionitrilas e oxazolidine-2-thiones. Destes, os isotiocianatos possuem efeito protetor frente a cânceres do trato gastrointestinal, pulmão e bexiga (THORNALLEY, 2002). Entretanto, estes compostos possuem uma estabilidade baixa quando expostos a temperaturas elevadas, sendo a encapsulação uma das alternativas para a sua preservação (WU et al., 2014; WU et al., 2010).

A encapsulação consiste no aprisionamento do composto de interesse para que possa ser protegido de condições indesejáveis de temperatura, luz, umidade, oxigênio, além de permitir uma liberação controlada da substância encapsulada (MAHDAVI et al., 2014; NEDOVIC et al., 2011). Entre diversas técnicas de encapsulação, destaca-se o *electrospinning* por não necessitar de altas temperaturas durante o processo. A encapsulação ocorre em função de diferenças eletrostáticas entre a carga positiva aplicada à ponta da agulha da seringa que, por sua vez, contém a solução polimérica e a carga negativa da base metálica que coleta o material. A solução é projetada da seringa em formato de cone, levando à formação das cápsulas (BHUSHANI & ANANDHARAMAKRISHNAN, 2014).

Em razão da baixa estabilidade térmica dos glicosinolatos, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar amostras de brócolis e encapsular seu extrato pela técnica de *electrospinning*.

### 2. METODOLOGIA

#### COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL

As amostras de brócolis foram avaliadas quanto à composição centesimal proximal (umidade, cinzas, fibra bruta, proteína, lipídeos e carboidratos) segundo

as normas propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O valor energético total (VET em kcal/100 g) foi calculado através da equação  $VET = (C \times 4) + (A \times 4) + (B \times 9)$ , sendo C: carboidratos, A: proteína total e B: lipídios (USDA, 1963).

### PREPARO DO EXTRATO

Amostras de brócolis foram liofilizadas e moídas em moinho de bolas. Cinco gramas de brócolis em pó foram homogeneizados com 15 mL de solvente (etanol:água 70:30), aquecidas a 75°C por 5 minutos para a inativação enzimática e sonicadas em ultrassom por 15 min. Posteriormente foram centrifugadas a 8232 x g por 10 minutos a 4°C. O sobrenadante foi retirado e armazenado em tubos de centrifuga enquanto o pellet foi ressuspensionado em 10 mL de solvente, homogeneizado manualmente e centrifugado nas mesmas condições anteriores. Os sobrenadantes foram homogeneizados e armazenados em tubos tipo falcon a -76°C.

### ENCAPSULAÇÃO

A encapsulação ocorreu por meio da técnica de *electrospinning* na qual as condições da fonte foram de + 16 KV e – 8 KV de voltagem. Para esta etapa, foi preparada uma solução de 9% de zeína em etanol:água (70:30, v:v) com auxílio de um agitador magnético. O extrato de brócolis foi homogeneizado com a solução de zeína em tubo de centrífuga de 2 mL nas proporções de extrato de brócolis/zeína (v:v): 30/70 e 70/30. As soluções extrato de brócolis/zeína foram transferidas para seringas de 1 mL e acopladas em injetor com fluxo de 1 mL/h com distância de 10 cm entre a ponta da agulha e coletor.

### EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAÇÃO

A eficiência de encapsulação (EE) foi determinada pelo conteúdo de compostos fenólicos por espectrofotometria em um leitor de microplacas utilizando o método de Folin-Ciocalteu (SWAIN & HILLS, 1959). Um miligrama de cada cápsula foi lavado com 200 µL de água ultra pura e centrifugado a 8232 x g, a 4 °C por 5 min. O resíduo foi então ressuspensionado em 200 µL de etanol:água (70:30) e novamente centrifugado nas mesmas condições. Na microplaca 15 µL do sobrenadante, 200 µL de água ultra pura, 15 µL do reagente Folin e 30 µL do reagente carbonato de sódio foram incubados por 2 horas ao abrigo da luz e avaliados a 625 nm. A EE foi expressa conforme equação:

$$EE (\%) = \frac{\text{Compostos fenólicos do brócolis} - \text{Compostos fenólicos da cápsula}}{\text{Compostos fenólicos do brócolis}} \times 100$$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os brócolis apresentaram elevado conteúdo de minerais e proteínas (Tabela 1). Os teores de carboidratos, lipídios, proteínas e valor calórico total encontrados são similares aos relatados por outros autores, enquanto o conteúdo de cinzas foi superior e o de fibras inferior aos teores observados em outros trabalhos. (ZAMBELLI et al., 2017; ASHOUSH et al., 2017; REIS et al., 2015; CAMPAS-BAYPOLI et al., 2009). Conforme também discutido nesses trabalhos as diferenças de composição podem ser em razão do clima, solo e genótipo das plantas.

**Tabela 1.** Composição centesimal proximal do brócolis

Cinzas*	26,1±2,1
Lipídios*	2,7±0,0
Proteínas*	22,4±0,1
Fibras*	9,6±0,7
Carboidratos*	49,1±0,0
Valor Calórico Total	30,4±0,0

\*Resultados expressos em base seca (%) onde a umidade da amostra: 89,9%; VCT expresso em 100% de base úmida.

As cápsulas de extrato de brócolis e zeína apresentaram eficiência de encapsulação superiores a 88% (Tabela 2). Este resultado é superior ao encontrado para encapsulação de isotiocianatos extraídos de brócolis pelas técnicas de *spray drying* e coacervação utilizando diversos materiais de parede e apresentaram eficiência de encapsulação variando entre 12 e 77% (TIAN et al., 2015; WU et al., 2014; WU et al., 2013). Esta diferença possivelmente ocorra devido a aplicação de temperaturas nas técnicas de coacervação e *spray drying* que degradam os compostos diminuindo sua eficiência quando comparada com o *electrospinning*.

**Tabela 2** - Eficiência de encapsulação por determinação espectrofotométrica de compostos fenólicos do extrato hidroalcoólico de brócolis com zeína pela técnica de *electrospinning*

Cápsula (e:z)	Eficiência de encapsulação (%)
30:70	99,1 <sup>a</sup>
70:30	88,8 <sup>b</sup>

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05). e:z – extrato de brócolis e zeína

#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as amostras de brócolis utilizadas apresentaram composição similar a brócolis de outros estudos e que a técnica de *electrospinning* permitiu a encapsulação de extratos de brócolis com maior eficiência quando na proporção de extrato de brócolis testada.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHOUSH, Y.A.M.; ALI, A.M.F.; ABOZID, M.M.; SALAMA, M.S.M. Comparative study between celery leaves and broccoli flowers for their chemical composition and amino acids as well as phenolic and flavonoid compounds. **Menoufia Journal of Agricultural Biotechnology**, v. 2, p. 1-13, 2017.
- BHUSHANI, J.A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Electrospinning and electrospraying techniques: Potential food based applications. **Food Science & Technology**, v. 38, n.1, p. 1-13, 2014.
- CAMPAS-BAYPOLI, O.N.; MACHADO, D.S.; BUENO-SOLANO, C.; NÚÑEZ-GASTÉLUM, J.A.; REYES-MORENO, C.; LÓPEZ-CERVANTES, J. Biochemical composition and physicochemical properties of broccoli flours. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. S4, p. 163-173, 2009.
- MAHDAVI, S.A.; JAFARI, S.M.; GHORBANI, M.; ASSADPOOR, E. Spray-drying microencapsulation of anthocyanins by natural biopolymers: A review. **Drying Technology**, v. 32, n. 5, p. 509-518, 2014.

- NEDOVIC, V.; KALUSEVIC, A.; MANOJLOVIC, V.; LEVIC, S.; BUGARSKI, B. An Overview of encapsulation technologies for food applications. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1806-1815, 2011.
- REIS, L.C.R.; OLIVEIRA, V.R.; HAGEN, M.E.K.; JABLONSKI, A.; FLORES, S.H.; RIOS, A.O. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). **LWT – Food Science and Technology**, p. 1-7, 2015.
- SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, p. 63-68, 1959.
- THOMAS, M.; BADR, A.; DESJARDINS, Y.; GOSSELIN, A.; ANGERS, P. Characterization of industrial broccoli discards (*Brassica oleracea* var. italica) for their glucosinolate, polyphenol and flavonoid contents using UPLC MS/ MS and spectrophotometric methods. **Food Chemistry**, v. 245, p. 1204-1211, 2018.
- THORNALLEY, P.J. Isothiocyanates: mechanism of cancer chemopreventive action. **Anti-Cancer Drugs**, v.13, n.4, p.331-338, 2002.
- TIAN, G.; LI, Y.; YUAN, Q.; CHENG, L.; KUANG, P.; TANG, P. The stability and degradation kinetics of Sulforaphane in microcapsules based on several biopolymers via spray drying. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 5-10, 2015.
- USDA, United States Department of Agriculture. **Composition of foods: baby foods, raw, processed, prepared**. Washington. D.C.: Agricultural Research Center Service; 1963.
- VILLARREAL-GARCÍA, D.; JACOBO-VELÁZQUEZ, D.A. Glucosinolates from broccoli: Nutraceutical properties and their purification. **Current Trends Nutraceuticals**, v. 1, p. 1-5, 2016.
- WU, H.; LIANG, H.; YUAN, Q.; WANG, T.; YAN, X. Preparation and stability investigation of the inclusion complex of sulforaphane with hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, p. 613-617, 2010.
- WU, Y.; MAO, J.; MEI, L.; LIU, S. Kinetic studies of the thermal degradation of sulforaphane and its hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex. **Food Research International**, v. 53, p. 529-533, 2013.
- WU, Y.; ZOU, L.; MAO, J.; HUANG, J.; LIU, S. Stability and encapsulation efficiency of sulforaphane microencapsulated by spray drying. **Carbohydrate Polymers**, v. 102, p. 497-503, 2014.
- ZAMBELLI, R.A.; PONTES, B.C.V.; PONTES, E.R.; SILVA, M.L.; SANTOS JÚNIOR, E.C.; PINTO, L.I.F.; MELO, C.A.L.; FARIAS, M.M.; COSTA, C.S.; SILVA, A.C. Broccoli and carrot industrial solid waste characterization and application in the bread food matrix. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 6, n. 6-1, p. 9-15, 2017.
- ZENEBON, O; PASCUET, N.P.; TIGLEA, P. **Métodos Físico-Químicos Para Análise De Alimentos**. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo: IV Edição: 1ª Edição Digital, 2008.