



27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020

ON LINE

7º Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA COM GOMA ARÁBICA E MALTODEXTRINA

S.S. Fernandes<sup>1</sup>, J.M. Latorres<sup>2</sup>, C. Prentice-Hernández<sup>3</sup>, M.M. Salas-Mellado<sup>4</sup>

1 - Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 – e-mail: ([sibelecti@hotmail.com](mailto:sibelecti@hotmail.com))

2- Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 – e-mail: ([julatorres@yahoo.com.br](mailto:julatorres@yahoo.com.br))

3 - Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 – e-mail: ([carlos.prentice@gmail.com](mailto:carlos.prentice@gmail.com))

4 - Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 – e-mail: ([mysame@yahoo.com.br](mailto:mysame@yahoo.com.br))

**RESUMO** – Óleo de chia apresenta elevado teor dos ácidos graxos linolênico e linoleico, os quais são essenciais para o organismo humano e este não é capaz de sintetizá-los. Entretanto, as insaturações presentes torna-os susceptíveis a oxidação. Nesse sentido, técnicas de encapsulação, como *spray drying*, auxiliam na preservação dos componentes bioativos e na inserção em alimentos. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar micropartículas de óleo de chia obtidas variando as condições do *spray drying*, utilizando goma arábica e maltodextrina. As micropartículas foram avaliadas frente a características físico-químicas. As micropartículas apresentaram tamanho médio de partícula menor que 4,1  $\mu\text{m}$ , características de compressibilidade de boas a intermediária e fluidez de baixa a intermediária, e teor de higroscopicidade em torno de 13%. Portanto, as micropartículas de óleo de chia nas condições de temperatura de entrada de 120 °C e vazão de alimentação de 0,1 L.h<sup>-1</sup> foram as que apresentaram as melhores características.

**ABSTRACT** – Chia oil has a high content of linolenic and linoleic fatty acids, which are essential for the human organism and it is not able to synthesize them. However, the unsaturation present makes them susceptible to oxidation. In this sense, encapsulation techniques, such as spray drying, assist in the preservation of bioactive components and insertion in food. Thus, the objective of this study was to evaluate microparticles of chia oil obtained by varying the conditions of spray drying, using gum arabic and maltodextrin. The microparticles were evaluated against physicochemical characteristics. The microparticles had an average particle size less than 4.1  $\mu\text{m}$ , compressibility of good to intermediate and fluidity of low to intermediate characteristics, and hygroscopicity content around 13%. Therefore, the chia oil microparticles in the conditions of inlet temperature of 120 °C and feed flow of 0.1 L.h<sup>-1</sup> were the ones that presented the best characteristics.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semente de chia; encapsulação; preservação.

**KEYWORDS:** Chia seed; encapsulation; preservation.

## 1. INTRODUÇÃO

A chia é uma semente que apresenta uma composição lipídica em torno de 30 a 40%, sendo composta principalmente por ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (ácido linolênico, 54-67%) e ômega-6 (ácido linoleico, 12-21%), o que faz disso uma semente atraente para extração de óleo de elevada qualidade (Fernandes et al., 2019). Acredita-se que os ácidos graxos poli-insaturados são fundamentais na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, além de desempenharem efeitos benéficos no controle de algumas doenças, como a

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



[www.officeeventos.com.br](http://www.officeeventos.com.br)

hipertensão, diabetes, artrite e doenças autoimunes (Bilinski et al., 2019). Outra vantagem reportada ao consumo de ácidos graxos está relacionada com a incapacidade do corpo humano em sintetiza-los, exigindo assim a sua ingestão através da dieta (Ahmed et al., 2009).

Entretanto, os ácidos graxos-poli-insaturados são compostos altamente instáveis e de fácil oxidação, características essas que podem afetar negativamente sua estabilidade durante o processamento dos alimentos (Ixtaina et al., 2015). A encapsulação é uma técnica que tem auxiliado a superar a suscetibilidade do óleo de chia à oxidação, garantindo uma maior estabilidade (Alcântara et al., 2019).

Dentre as técnicas de encapsulação, a secagem por atomização (*spray drying*) tem despertado grande interesse, pois é uma tecnologia de baixo custo, onde o produto na forma líquida é atomizado na corrente de gás quente, e pela rápida vaporização da água é obtido um pó quase instantaneamente de fácil manuseio, transporte e incorporação nas formulações dos alimentos (Boger et al., 2018). A encapsulação de óleos por atomização vêm sendo abordada constantemente em pesquisas tecnológicas, e apresenta-se como a de maior interesse, devido à alta retenção de nutrientes, sabor, elevada estabilidade e maior resistência à degradação microbológica e oxidativa (Sagar et al., 2010; Tan et al., 2011). Outro fator a ser considerado é o seu custo operacional, que é mais baixo em comparação com outras técnicas, especificamente oito vezes mais econômico que a liofilização e quatro vezes mais econômico que a secagem a vácuo (Lee et al., 2018). Diferentes materiais de parede já foram abordados na encapsulação de óleo de chia via *spray drying*, entretanto ainda não existem relatos da utilização de uma mistura de goma arábica e maltodextrina como materiais de parede nesse processo.

Em face do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas das micropartículas carregadas com óleo de chia utilizando goma arábica e maltodextrina como materiais de parede por *spray drying*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Óleo de chia foi obtido por prensagem à temperatura ambiente através de uma prensa contínua, composta por um parafuso infinito com rosca em um cilindro com o óleo sendo extraído da semente através do atrito da rosca com a parede do cilindro. O cilindro sendo perfurado exala o óleo extraído e o bolo gerado foi recolhido no final do cilindro.

Suspensões de 10% de maltodextrina e goma arábica (1:3) foram preparadas (Kang et al, 2019). A suspensão foi homogeneizada com óleo de chia (2:1) em Ultraturrax para a formação da emulsão que foi secada em *Spray Dryer*, com vazão do ar de secagem de  $1,65 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  e bico atomizador de 1 mm, variando a temperatura de saída (100 a 120 °C) e a taxa de alimentação ( $0,1$  a  $0,3 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ), de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** – Condições utilizadas para o *spray drying*.

Tratamento	Temperatura de entrada (°C)	Taxa de alimentação (L. h <sup>-1</sup> )
T1	100	0,1
T2	100	0,3
T3	110	0,2
T4	120	0,1
T5	120	0,3

As micropartículas de cada tratamento foram avaliadas quanto ao tamanho de partícula, a partir das micrografias obtidas pela Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV); solubilidade (Cano-Chauca et al., 2005); densidade aparente ( $\rho_{\text{aparente}}$ ), como a razão entre a massa de micropartículas e o volume ocupado, e densidade compactada ( $\rho_{\text{compactada}}$ ), como a razão entre a massa de micropartículas e o volume ocupado após 50 batidas (Goula e Adamopoulos, 2004); compressibilidade, determinada a partir do Índice de Carr (IC), conforme Equação 1; fluxo, a partir da razão de Hausner (RH), conforme Equação 2; e a higroscopicidade, aonde as amostras foram colocadas em um recipiente com uma solução saturada de NaCl (75% UR), a 25 °C por uma

semana (1 h, 24 h e 7 dias), sendo determinada como a massa, em g, de água adsorvida por 100 g de micropartículas secas (Cai e Corke, 2000).

$$IC = \frac{P_{compactada} - P_{aparente}}{P_{compactada}} \times 100 \quad (1)$$

$$RH = \frac{P_{compactada}}{P_{aparente}} \quad (2)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as características físico-químicas determinadas para as micropartículas de óleo de chia nas diferentes condições por *spray drying*.

**Tabela 2** – Características físico-químicas das micropartículas de óleo de chia.

	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Tamanho de partícula (µm)</b>	3,54±1,63 <sup>b</sup>	4,09±1,94 <sup>a</sup>	3,50±1,82 <sup>b</sup>	3,01±1,51 <sup>c</sup>	4,11±1,99 <sup>a</sup>
<b>Solubilidade (%)</b>	14,94±0,49 <sup>b</sup>	16,17±0,49 <sup>a</sup>	16,07±0,43 <sup>a</sup>	13,05±0,36 <sup>c</sup>	15,26±0,56 <sup>a,b</sup>
<b>Densidade aparente (g. cm<sup>-3</sup>)</b>	0,30±0,01 <sup>b</sup>	0,36±0,00 <sup>a</sup>	0,30±0,01 <sup>b</sup>	0,26±0,01 <sup>c</sup>	0,29±0,01 <sup>b</sup>
<b>Densidade compactada (g. cm<sup>-3</sup>)</b>	0,38±0,00 <sup>a</sup>	0,40±0,00 <sup>a</sup>	0,34±0,01 <sup>c</sup>	0,34±0,00 <sup>c</sup>	0,37±0,01 <sup>b</sup>
<b>Compressibilidade (IC)</b>	23,50±0,05 <sup>a</sup>	10,12±1,03 <sup>b</sup>	13,82±1,25 <sup>b</sup>	23,03±0,93 <sup>a</sup>	20,29±0,42 <sup>a</sup>
<b>Fluxo (RH)</b>	1,28±0,04 <sup>a</sup>	1,11±0,01 <sup>b</sup>	1,12±0,05 <sup>b</sup>	1,33±0,05 <sup>a</sup>	1,28±0,05 <sup>a</sup>
<b>Higroscopicidade</b>					
<b>1 h</b>	4,95±0,16 <sup>b</sup>	5,29±0,20 <sup>b</sup>	6,05±0,01 <sup>a,b</sup>	7,90±0,20 <sup>a</sup>	5,07±0,12 <sup>b</sup>
<b>24 h</b>	13,70±0,05 <sup>a</sup>	13,62±0,14 <sup>a</sup>	11,36±0,19 <sup>b</sup>	14,02±0,69 <sup>a</sup>	10,98±0,24 <sup>b</sup>
<b>7 dias</b>	12,86±0,18 <sup>b,c</sup>	12,70±0,12 <sup>c</sup>	13,54±0,23 <sup>a</sup>	12,34±0,44 <sup>c</sup>	13,48±0,47 <sup>a,b</sup>

IC: índice de Carr; RH: razão de Hausner; T1: Tratamento 1 com temperatura de entrada de 100 °C e taxa de alimentação de 0,1 L. h<sup>-1</sup>; T2: Tratamento 2 com temperatura de entrada de 100 °C e taxa de alimentação de 0,3 L. h<sup>-1</sup>; T3: Tratamento 3 com temperatura de entrada de 110 °C e taxa de alimentação de 0,2 L. h<sup>-1</sup>; T4: Tratamento 4 com temperatura de entrada de 120 °C e taxa de alimentação de 0,1 L. h<sup>-1</sup>; T5: Tratamento 5 com temperatura de entrada de 120 °C e taxa de alimentação de 0,3 L. h<sup>-1</sup>. Média de três valores com desvio padrão. A mesma letra da linha indica que não houve diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste de Tukey (p > 0,05).

Analisando o tamanho de partícula das microcápsulas de óleo de chia (Tabela 2), é notório que o tratamento com temperatura de entrada de 120 °C e taxa de alimentação de 0,1 L. h<sup>-1</sup> (T4 – tratamento 4) apresentou o menor tamanho de partícula (3,01 µm). Também é possível verificar uma variação na solubilidade na ordem de 13,05 a 16,17%, devido as condições de processo do equipamento. Menores taxas de alimentação resultaram em micropartículas com menor solubilidade (Tratamento 1 - T1 e 4 – T4). Embora a maltodextrina e a goma arábica sejam compostos solúveis, verificou-se que, como material de parede, elas permanecem ligadas ao óleo de chia, mantendo sua proteção. De acordo com Shamaei et al. (2017), a incorporação de óleos vegetais nas formulações de alimentos é um fator preocupante, dado a baixa solubilidade do óleo na água. A literatura

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

não reporta informações acerca da solubilidade de micropartículas de óleo de chia, sendo assim a determinação desse parâmetro é de suma importância.

Outro parâmetro de elevada importância na caracterização de micropartículas de óleo é a densidade, que indica a massa que um produto ocupa. Através da Tabela 2, é possível verificar que a densidade aparente das micropartículas de óleo de chia variou de 0,52 a 0,71 g.cm<sup>-3</sup>. Esses resultados foram positivos quando comparados, por exemplo, aos resultados encontrados por Timilsena et al. (2016), quando também estudaram micropartículas de óleo de chia, que obtiveram densidade aparente de 0,16 a 0,28 g. cm<sup>-3</sup>, porque materiais de baixa densidade requerem mais espaço para armazenamento, o que gera um aumento de custo.

A logística de transporte é influenciada pela densidade compactada de um produto, uma vez que influencia na quantidade de micropartículas que podem ser transportadas em um determinado volume, considerando a agitação das partículas ocasionada pelo movimento do transporte. Além disso, as características pós-armazenamento são afetadas visto que os produtos de menor densidade têm uma tendência em apresentar uma maior quantidade de ar entre as partículas, resultando no aumento da possibilidade de oxidação e, conseqüentemente, redução da estabilidade do produto (Martysiak-Zurowska et al., 2017). Observando a Tabela 2, é possível verificar que a densidade compactada das micropartículas variou de 0,34 a 0,40 g. cm<sup>-3</sup>. Copado et al. (2017) obtiveram valores semelhantes, variando de 0,32 a 0,55 g. cm<sup>-3</sup>.

Através dos resultados, é possível concluir que a menor temperatura testada (100 °C) e a maior vazão (0,3 L. h<sup>-1</sup>) foi a que produziu as micropartículas com maior densidade aparente e densidade compactada. Já a maior temperatura testada (120 °C) e a menor vazão (0,1 L. h<sup>-1</sup>) foi a que apresentou menor densidade aparente e densidade compactada. Quanto maior a densidade, menor o volume ocupado para o transporte e também tem tendência a apresentar menos ar no interior. Parâmetros que descrevem a capacidade de fluxo de produtos em pó relacionados à densidade são amplamente utilizados em estudos de microencapsulação. A compressibilidade de pós é uma medida de coesão, fluidez e deformabilidade, e de grande importância para o caráter homogêneo e aplicação das micropartículas quando elas forem incluídas em produtos alimentícios (Copado et al., 2017).

O índice de Carr (IC) é um valor adimensional que indica a compressão do material particulado e a tendência ao fluxo. Através da Tabela 2, de acordo com a classificação de Jinapong et al. (2008), verificou-se que os tratamentos T2 e T3 apresentaram boa compressibilidade, enquanto os tratamentos T1, T4 e T5 apresentaram média compressibilidade resultando em produtos pouco fluidos quando embalados e armazenados.

A fluidez de um material granular ou de um pó é dada pela razão de Hausner. Observando os resultados obtidos no trabalho, verificou-se a fluidez pode ser classificada como baixa nos tratamentos T2 e T3 e intermediária nos tratamentos T1, T4 e T5. A baixa fluidez obtida pelas micropartículas pode ser devida ao pequeno tamanho das partículas que possuem superfícies de contato maiores, o que causa maior interação entre partículas e forças de atrito entre elas, causando resistência ao fluxo. Sabendo que as micropartículas possuem um material hidrofóbico em sua superfície (goma arábica e maltodextrina), elas tendem a apresentar mais interações entre as partículas, dificultando a fluidez (Fernandes et al., 2014). Nesse sentido, as micropartículas apresentaram características de compressibilidade de boas a intermediária e fluidez de baixa a intermediária.

Os valores encontrados com relação ao IC e a razão de Hausner foram superiores aos estudos da literatura sobre micropartículas de óleos. Us-Medina et al. (2017) avaliaram o potencial de mucilagem de chia combinada com alginato de sódio como um material alternativo para encapsular o óleo de chia por gelificação iônica, e esses autores obtiveram razão de Hausner variando de 1,27 a 1,67 e o índice de Carr de 21,43 a 40,0 (aceitável a péssimo). Chew et al. (2018) estudaram a combinação de ciclodextrina com goma arábica e caseinato de sódio como materiais de parede nas características físicas e químicas de óleo de semente de kenaf (*Hibiscus cannabinus*) refinado microencapsulado. Esses autores obtiveram o índice de Carr na faixa de 40,9 a 48,9, indicando péssima fluidez, e a razão de Hausner na faixa de 1,7 a 2,0 (péssima).

Outro parâmetro de fundamental importância na caracterização de micropartículas de óleo é a higroscopicidade, que permite visualizar como ocorre a absorção de água pelas partículas, fornecendo informações sobre o tipo de armazenamento. Analisando a Tabela 2, verifica-se que em 1h as micropartículas de óleo de chia absorveram quantidade significativa de água, indicando que os materiais de parede utilizados no trabalho influenciaram na absorção de água, dado que são constituídos por carboidratos e tendem a adsorver rapidamente a água (Fan et al., 2017).

As micropartículas do tratamento T4 (120 °C e 0,1 L. h<sup>-1</sup>) foram as que absorveram o maior teor de umidade em 1 h e em 24 h expostas as condições de armazenamento, porém ao final dos 7 dias apresentaram o

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br





menor teor de umidade absorvido. Isso indica que as micropartículas obtidas neste tratamento absorveram maior umidade no período inicial de armazenamento, mas ao longo do armazenamento absorveram menos quantidade que as demais.

As micropartículas que apresentaram menor umidade foram as que absorveram mais água, relação também observada por Fan et al. (2017). Embora tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, a diferença observada foi pequena, indicando que as condições de processo de temperatura de secagem e a taxa de alimentação não exercem grande influência na capacidade de adsorção de água dessas partículas. Nawi et al. (2015) obtiveram 15,18% de higroscopicidade ao utilizar goma arábica e maltodextrina como agentes encapsulantes de antocianinas de *Ipomoea batatas*. Assim, a partir dos valores encontrados no presente estudo, pode-se concluir que é possível produzir micropartículas de óleo de chia com menor higroscopicidade do que outras micropartículas de outras matérias-primas.

## 4. CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível determinar que a condição de temperatura de entrada de 120 °C e vazão de alimentação de 0,1 L.h<sup>-1</sup> em *spray drying* produz micropartículas de óleo de chia com goma arábica e maltodextrina com melhores características para a aplicação em alimentos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. U., Reddy, K. K., Swathy, S. L.; Singh, S. K., Kanjilal, S., Prasad, R. B. N. & Pandey, A. (2009). Enrichment of  $\gamma$ -linolenic acid in the lipid extracted from *Mucor zychae* MTCC 5420. *Food Research International*, 42 (4), 449–453.
- Alcântara, M. A., Lima, A. E. A. De, Braga, A. L. M., Tonon, R. V., Galdeano, M. C., Mattos, M. Da C., Brígida, A. I. S., Rosenhaim, R., Santos, N. A. Dos & Cordeiro, A. M. T. De M. (2019). Influence of the emulsion homogenization method on the stability of chia oil microencapsulated by spray drying. *Powder Technology*, 354, 877–885.
- Bilinski, K., Chang, D., Fahey, P. & Bensoussan, A. (2019). Effect of omega-3 supplementation on the omega-3 blood index and fatty acid biomarkers in healthy individuals. *Advances in Integrative Medicine*, 10–15.
- Boger, B. R., Georgetti, S. R. & Kurozawa, L. E. (2018). Microencapsulation of grape seed oil by spray drying. *Food Science and Technology*, 38 (2), 263–270.
- Cai, Y. Z. & Corke, H. (2000). Production and Properties of Spray-dried *Amaranthus* Betacyanin Pigments. *Journal of Food Science*, 65 (7), 1248–1252.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M. & Cal-Vidal, J. (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6 (4), 420–428.
- Chew, S. C., Tan, C. P. & Nyam, K. L. (2018). Microencapsulation of refined kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) seed oil by spray drying using  $\beta$ -cyclodextrin/gum arabic/sodium caseinate. *Journal of Food Engineering*, 237, 78–85.
- Copado, C. N., Diehl, B. W. K., Ixtaina, V. Y. & Tomás, M. C. (2017). Application of Maillard reaction products on chia seed oil microcapsules with different core/wall ratios. *LWT - Food Science and Technology*, 86, 408–417.
- Fan, M., Hu, T., Zhao, S., Xiong, S., Xie, J. & Huang, Q. (2017). Gel characteristics and microstructure of fish myofibrillar protein/cassava starch composites. *Food Chemistry*, 218, 221–230.
- Fernandes, R. V. De B., Borges, S. V. & Botrel, D. A. (2014). Gum arabic/ starch/ maltodextrin/ inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. *Carbohydrate Polymers*, 101, 524–532.

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

- Fernandes, S. S., Tonato, D., Mazutti, M. A., De Abreu, B. R., Cabrera, D., D'Oca, C. D. R. M., Prentice-Hernández, C. & Salas-Mellado, M. de Las M. (2019). Yield and quality of chia oil extracted via different methods. *Journal of Food Engineering*, 262, 200–208.
- Goula, A. M. & Adamopoulos, K. G. (2004). Spray Drying of Tomato Pulp: Effect of Feed Concentration Athanasia. *Drying Technology*, 22, 2309–2330.
- Ixtaina, V. Y., Julio, L. M., Wagner, J. R., Nolasco, S. M. & Tomás, M. C. (2015). Physicochemical characterization and stability of chia oil microencapsulated with sodium caseinate and lactose by spray-drying. *Powder Technology*, 271, 26–34.
- Jinapong, N., Suphantharika, M. & Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84 (2), 194–205.
- Lee, J. K. M., Taip, F. S. & Abdulla, H. Z. (2018). Effectiveness of additives in spray drying performance: a review. *Food Research*, 2 (6), 486–499.
- Kang, Y. R., Lee, Y. K., Kim, Y. J. & Chang, Y. H. (2019). Characterization and storage stability of chlorophylls microencapsulated in different combination of gum Arabic and maltodextrin. *Food Chemistry*, 272, 337–346.
- Martysiak-Zurowska, D., Puta, M., Barczak, N., Dabrowska, J., Malinowska-Pańczyk, E., Kielbratowska, B. & Kołodziejska, I. (2017). Effect of High Pressure and Sub-Zero Temperature on Total Antioxidant Capacity and the Content of Vitamin C, Fatty Acids and Secondary Products of Lipid Oxidation in Human Milk. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67 (2), 117–122.
- Nawi, N. M., Muhamad, I. I. & Marsin, A. M. (2015) The physicochemical properties of microwave-assisted encapsulated anthocyanins from Ipomoea batatas as affected by different wall materials. *Food Science and Nutrition*, 3 (2), 91–99.
- Sagar, V. R. & Suresh Kumar, P. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47 (1), 15–26.
- Shamaei, S., Seiiedlou, S. S., Aghbashlo, M., Tsotsas, E. & Kharaghani, A. (2017). Microencapsulation of walnut oil by spray drying: Effects of wall material and drying conditions on physicochemical properties of microcapsules. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39, 101–112.
- Tan, L. W., Ibrahim, M. N., Kamil, R. & Taip, F. S. (2011). Empirical modeling for spray drying process of sticky and non-sticky products. *Procedia Food Science*, 1, 690–697.
- Timilsena, Y. P., Adhikari, R., Barrow, C. J. & Adhikari, B. (2016). Microencapsulation of chia seed oil using chia seed protein isolate-chia seed gum complex coacervates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 347–357.
- Us-Medina, U., Ruiz-Ruiz, J. C., Quintana-Owen, P. & Segura-Campos, M. R. (2017). *Salvia hispanica* mucilage-alginate properties and performance as an encapsulation matrix for chia seed oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (6), 1–9.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br