

## PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE BOLOS COM ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA LIVRE E ENCAPSULADO COM $\beta$ -CICLODEXTRINA

KAROLINA LUCAS DE MELLO<sup>1</sup>; JOÃO FELIPE MALLMANN<sup>2</sup>; DIANINI HÜTTNER KRINGEL<sup>2</sup>, ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE<sup>2</sup>, ÁLVARO RENATO GUERRA DIAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – karollucasdemello@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – joaoofmallmann@gmail.com; dianinikringel@hotmail.com; elessandrad@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – alvaro.guerradias@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O óleo essencial de laranja (OEL) é um composto considerado altamente instável devido à sua alta volatilidade e sensibilidade à oxidação pelo efeito de temperatura, luz e oxigênio. Como alternativa, são utilizadas técnicas para a encapsulação de óleos essenciais, destacando-se a formação de complexos de inclusão com ciclodextrinas (CDs) (WADHWA et al., 2017).

Os complexos de inclusão com CDs são aplicados para melhorar a retenção de sabor em alimentos submetidos a tratamentos térmicos, e para encapsulação de substâncias sensíveis à temperatura, como antioxidantes e óleos essenciais, visando melhorar as propriedades sensoriais de alimentos (GARCÍA-SEGOVIA et al., 2011).

Uma possível aplicação de complexos de inclusão entre  $\beta$ -ciclodextrina e OEL é em pré-misturas de bolo, visando conferir a melhoria das propriedades físicas e sensoriais e estabilidade durante a vida útil, assim como, melhorar a solubilidade em água, a estabilidade térmica e a biodisponibilidade dos compostos encapsulados (EZHILARASI et al., 2013).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar as propriedades tecnológicas de bolos adicionado de óleo essencial de laranja na forma livre e encapsulado com  $\beta$ -ciclodextrina.

### 2. METODOLOGIA

Foram utilizadas laranjas da variedade Valênci [Citrus sinensis (L.) Osbeck] coletadas na cidade de Pelotas, Brasil. A  $\beta$ -CD comercial (97% de pureza) foi adquirida na Sigma-Aldrich (USA) e os demais materiais aquiridos no comércio local de Pelotas. O OEL foi extraído por hidrodestilação, conforme metodologia descrita por Kringel et al. (2017a). O complexo de inclusão entre óleo essencial de laranja (OEL) e  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD) foi preparado pelo método de precipitação, de acordo com a metodologia descrita por Kringel et al., (2017a)..

As formulações das pré-misturas para os bolos (Tabela 1) foram baseadas no método 10-90 da AACC (1995) com algumas modificações. Foram produzidas três formulações de pré-misturas: o controle (sem OEL), com OEL encapsulado em  $\beta$ -CD e com OEL livre.

Para as pré-misturas os ingredientes devidamente pesados foram misturados em batedeira planetária (KSM150PSOB Artisan, KitchenAid, Estados Unidos) durante 10 min, até completa homogeneização. Após, as pré-misturas obtidas foram acondicionadas em sacos de polipropileno e armazenadas a 20°C para posteriores análises. Para preparar os bolos, os ingredientes secos (farinha, sal e açúcar) foram misturados por 1 min utilizando batedeira planetária (KSM150PSOB Artisan, KitchenAid, Estados Unidos). Os demais ingredientes

(ovos, leite e margarina) e o óleo essencial de laranja (livre e encapsulado) foram adicionados na sequência, sendo misturados por 8 min em velocidade média e por fim, o fermento em pó foi adicionado e misturado por 30 s em baixa velocidade. A massa (30 g) foi distribuída em formas de alumínio untadas com margarina e assada em forno elétrico pré-aquecido, por 20 min a 180°C.

**Tabela 1.** Formulação dos bolos controle, com OEL encapsulado e OEL livre.

Ingredientes (g/100 g farinha de trigo)	Controle**	OEL livre*	OEL encapsulado**
Farinha de trigo	100	100	100
Açúcar	90	90	90
Sal	1	1	1
Ovos	41	41	41
Margarina	11	11	11
Leite	40	40	40
Fermento químico	5,2	5,2	5,2
OEL	-	0,6	-
Cápsulas OEL	-	-	1,7 <sup>a</sup>

\*= Para as pré-misturas foram utilizados os ingredientes descritos na tabela acima, exceto ovos, margarina e leite. \*\*= Bolo controle; \*\*= bolo com OEL encapsulado em β-CD; \*\*\*= bolo com óleo essencial livre (não encapsulado).

<sup>a</sup>= Calculado com base na eficiência de encapsulação.

As pré-misturas e os bolos foram avaliados quanto às suas propriedades tecnológicas. O teor de umidade (%) das pré-misturas e dos respectivos bolos foram determinados de acordo com o método 44-15A (AACC, 1995). O volume específico (VE) ( $\text{g.mL}^{-1}$ ) dos bolos foi obtido pela razão entre o volume aparente (mL) e a massa do bolo (g) após assado e resfriado após uma hora. (PIZZINATTO e CAMPAGNOLI, 1993).

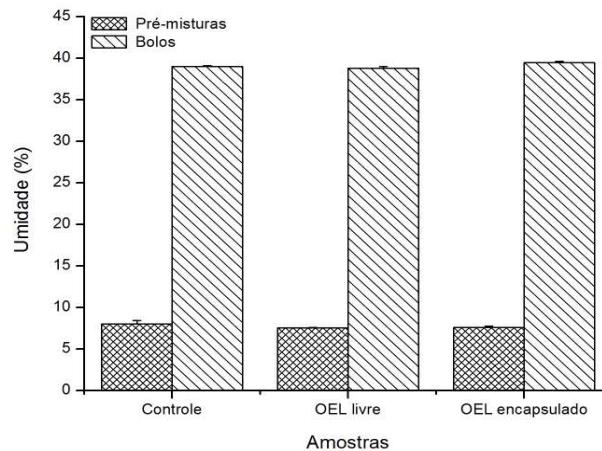
A dureza dos bolos foi medida usando um texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, UK). Os ensaios foram conduzidos de acordo com o método AACCI (2010) (74-10.02), que consistia em comprimir fatias de bolo de 25 mm de espessura no centro da plataforma do analisador de textura usando uma sonda cilíndrica de 36 mm de diâmetro nas seguintes condições de trabalho: velocidade de 1,0 mm / s para o pré-teste; velocidade de 1,7 mm / s para o teste; velocidade de 10,0 mm / s para o pós-teste; Compressão de 40% e força de disparo de 5 g. O valor de dureza foi expresso em Newton (N).

A cor do miolo dos bolos foi medida com um colorímetro Minolta (CR-300). Definido pela CIE (Comissão Internacional de Iluminação) sendo registrados os valores L \* (luminosidade), a \* e b \* (coordenadas de cromaticidade).

Todas as análises foram realizadas em triplicata. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, usando análise de variância (ANOVA) no software Statistica 5.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a umidade (%) das pré-misturas e dos bolos.



**Figura 1.** Umidade (%) das pré-misturas e dos bolos.

As pré-misturas apresentaram menor teor de umidade, por ser um meio com baixa atividade de água, composto apenas de ingredientes secos, enquanto nos bolos são encontrados valores consideravelmente superiores, uma vez que neste produto são adicionados ingredientes úmidos como o leite. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre pré-misturas e nem entre os bolos, indicando que a aplicação de OEL não interferiu no teor de umidade dos bolos.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de volume específico e dureza dos bolos. De acordo com KRINGEL et. al., (2017b), existe uma correlação inversa entre volume e textura, desta forma quanto maior for o volume do bolo, menor será sua dureza, tornado este mais macio. No entanto, no presente trabalho o volume específico entre os bolos não apresentou diferenças estatisticamente significativas. Mas por outro lado, observou-se diferença quanto à dureza dos bolos, onde o bolo contendo OEL encapsulado apresentou um valor inferior, portanto apresentando-se mais macio, o que o torna mais atraente ao consumidor.

**Tabela 2.** Volume específico e dureza dos bolos.

Bolos	Volume específico (g.mL <sup>-1</sup> )*	Dureza (N)*
Controle	6,68±0,54 <sup>a</sup>	460,56±21,68 <sup>a</sup>
OEL livre	6,88±0,16 <sup>a</sup>	434,63±13,97 <sup>a</sup>
OEL encapsulado	6,93±0,50 <sup>a</sup>	310,42±6,28 <sup>b</sup>

\*Média ±desvio padrão. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p<0,05$ ).

A qualidade dos bolos é determinada pelas características sensoriais, como textura e sabor, além de superfície uniforme, homogeneidade do miolo e volume adequado que refletem a aparência dos produtos (RAMOS et. al., 2012).

Na Tabela 3 estão apresentados os parâmetros de cor dos bolos. O bolo contendo OEL livre apresentou um valor superior para o parâmetro  $L^*$ , sendo considerado, portanto mais claro que os demais bolos. Com relação ao parâmetro  $a^*$ , não foram observadas diferenças significativas entre os bolos. Já em relação ao parâmetro  $b^*$ , foi observado um valor superior no bolo com OEL livre, o que representa uma maior intensidade da cor amarela neste bolo. O bolo com OEL

encapsulado não apresentou diferenças significativas comparado ao bolo controle, em todos os parâmetros analisados.

**Tabela 3.** Parâmetros de cor dos bolos.

Bolos	Parâmetros de cor		
	L*	a*	b*
Controle	74,28±1,35 <sup>b</sup>	-3,57±0,15 <sup>a</sup>	19,77±0,84 <sup>a,b</sup>
OEL livre	77,73±0,01 <sup>a</sup>	-3,74±0,02 <sup>a</sup>	20,66±0,34 <sup>a</sup>
OEL encapsulado	75,03±0,02 <sup>b</sup>	-3,66±0,06 <sup>a</sup>	18,32±0,11 <sup>b</sup>

\* Média ±desvio padrão. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p<0,05$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, conclui-se que o óleo essencial de laranja (OEL) na forma livre alterou principalmente os parâmetros de cor, deixando os bolos mais claros e com maior tendência a coloração amarela, enquanto o bolo contendo o OEL encapsulado apresentou menor dureza, o que torna-o mais atraente ao consumidor.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved Methods of the AACC.** 10th edition. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 1995.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INTERNATIONAL (AACCI). **Approved Methods of Analysis of the AACCI.** 11<sup>th</sup> edition. AACCI International, St Paul, MN, USA. 2010.
- EZHILARASI, P. N., KARTHIK, P., CHHANWAL, N., & ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. **Food Bioprocess Technology**, 6, 628–647, 2013.
- GARCÍA-SEGOVIA, P., BARRETO-PALACIOS, V., BRETÓN, J., MARTÍNEZ-MONZÓ, J. Microencapsulation of essentials oils using  $\beta$ -cyclodextrin: Applications in gastronomy. **Journal of Culinary Science and Technology**, v. 9, n 4, 150-157, 2011.
- KRINGEL, D.H.; ANTUNES, M.D.; KLEIN, B.; CRIZEL, R.L.; WAGNER, R.; OLIVEIRA, R.P.; DIAS, A.R.G.; ZAVAREZE, E.R. Production, Characterization, and Stability of Orange or Eucalyptus Essential Oil/ $\beta$ -Cyclodextrin Inclusion Complex. **Journal of Food Science**, v.82, p. 2598-2605, 2017a.
- KRINGEL, D.H.; FILIPINI, G.S.; SALAS-MELLADO, M.M. Influence of phosphorylated rice flour on the quality of gluten-free bread. **International Journal of Food Science and Technology**, 52, p.1291–1298, 2017b.
- PIZZINATTO, A.; MAGNO, C. P. R. S.; CAMPAGNOLLI, D. M. F.; VITTI, P.; LEITAO, R. F. F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. Campinas, 3<sup>a</sup> Edição, 54 p, 1993.