



# EFEITO DA INULINA, DAS PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE E DE TRIGLICERÍDEOS DE CADEIA MÉDIA NA ESTABILIDADE DA EMULSÃO EM FÓRMULAS PARA NUTRIÇÃO ENTERAL

Mariana Wanessa Santana de Souza; Raquel Linhares Bello de Araujo; Inayara Cristina Alves Lacerda.

Ufmg, Belo Horizonte - MG - Brasil.

## Introdução

As fórmulas para nutrição enteral são produtos industrializados, consumidos de forma exclusiva ou complementar na alimentação de pacientes com capacidade limitada de ingerir, absorver ou metabolizar alimentos convencionais (ANVISA, 2015). Podem se apresentar de três formas: líquida pronta para o uso, líquida semi-pronta e em pó, sendo que as últimas apresentam como vantagem a possibilidade de individualização da prescrição, estabilidade físico-química e facilidade de armazenamento (PEIXOTO, 2015).

A fórmula enteral, após dispersão em água, é um tipo de emulsão óleo/água (O/A) e a avaliação de sua estabilidade é de fundamental importância na qualidade final do produto. A alteração nesta propriedade pode interferir na administração do produto via sondas, comprometendo a eficácia nutricional (RIBOLDI et al., 2011; ANVISA, 2015).

Os métodos mais utilizados para avaliação da estabilidade de emulsões são a inspeção visual e a determinação da variação do tamanho e das cargas (potencial zeta) das partículas de gordura na fase dispersa. Diversas técnicas analíticas podem ser utilizadas para determinar o tamanho das partículas, sendo que a difração a laser é atualmente uma das mais utilizadas por ser um método rápido, de fácil execução e adaptável para amostras em diferentes estados físicos (LAOUINI et al., 2012).

Além disso, o potencial entre a superfície de uma partícula e seus íons associados, denominado potencial zeta ( $\zeta$ ), é uma ferramenta muito útil na avaliação das interações repulsivas entre as partículas coloidais, pois está diretamente relacionada à estabilidade de emulsões (LAOUINI et al., 2012; LOPES, 2014), sendo que valores elevados, tanto negativos quanto positivamente, indicam que haverá repulsão entre as partículas, reduzindo assim a tendência de agregação das mesmas (LAOUINI et al., 2012; LOPES, 2014).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar a influência da inulina, da proteína isolada do soro de leite e de óleo de coco palmiste (fonte de triglicerídeos de cadeia média) sobre a estabilidade da emulsão de fórmulas para nutrição enteral, empregando-se um delineamento experimental do tipo *centroid-simplex*.

## Material e Métodos

### Material

Os óleos vegetais foram adquiridos no comércio local de Belo Horizonte, (girassol e canola, Bunge Brasil, SC; óleo de chia, Vila Alimentos, ES; óleo de coco palmiste Na Palma, MG e lecitina de soja, Planalto, RS). Utilizou-se maltodextrina Mor-rex 1910 (Ingredion, Mogi Guaçu, SP), isolado proteico de soro de leite Lacprodan 9224 (Arla Foods Ingredients, São Paulo, SP) e inulina – Orafiti GR (Beneo, São Paulo).

### Métodos

#### Desenvolvimento das fórmulas para nutrição enteral e delineamento experimental

Foi elaborado um delineamento experimental para misturas do tipo *centroid simplex*, com um ponto central. A Tabela 1 apresenta as proporções entre os ingredientes, inulina ( $I = X_1$ ), óleo de coco palmiste – fonte de TCM ( $TCM = X_2$ ) e proteína isolada do soro de leite ( $WPI = X_3$ ), adicionados nas formulações.

Tabela 1. Delineamento experimental *centroid simplex* utilizado na elaboração das formulações enterais

Formulações	Proporção de cada ingrediente ( $X_1, X_2, X_3$ )	Quantidade de cada ingrediente (%)		
		Inulina	TCM (óleo de coco palmiste)	WPI (proteína isolada do soro de leite)
FC	(0,0,0)	0,0	0,0	0,0
FI	(1,0,0)	4,0	0,0	0,0
FT	(0,1,0)	0,0	4,0	0,0
FW	(0,0,1)	0,0	0,0	4,0
FIT	( $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0$ )	2,0	2,0	0,0
FIW	( $\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$ )	2,0	0,0	2,0
FTW	( $0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ )	0,0	2,0	2,0
FITW	( $\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}$ )	1,33	1,33	1,33

FC: formulação controle; FI: formulação inulina; FT: formulação TCM; FW: formulação WPI; FIT: formulação inulina + TCM; FIW: formulação inulina + WPI; FTW: formulação TCM + WPI; FITW: formulação inulina + TCM + WPI.

### Estabilidade da emulsão

#### Determinação do tamanho das partículas

A distribuição do tamanho médio das partículas foi determinada por difração a laser, em analisador de partículas *LS 13 320 Laser Diffraction Particle Size Analyzer*, nas formulações diluídas (1,0 kcal/mL). As medidas

foram realizadas em temperatura ambiente e em triplicata (ROLAND *et al.*, 2003).

#### Determinação do potencial zeta

O potencial zeta ( $\zeta$ ) foi avaliado por espalhamento dinâmico da luz associado à mobilidade eletroforética, à um ângulo de 90°. As medidas foram efetuadas no equipamento Zetasizer 3000Hs e as amostras foram diluídas em água purificada na proporção de 0,02:100 (20  $\mu$ L:100 mL) (LOPES, 2014). Os experimentos foram realizados em triplicata. Todos os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão, submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey e de T pareado para comparação das médias.

## Resultados e Discussão

Os valores médios de tamanho de partículas e de potencial zeta ( $\zeta$ ) das formulações, no tempo 0, logo após a dispersão em água e após 24 horas de armazenamento sob refrigeração estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2. Tamanho das partículas e potencial zeta das formulações, logo após a dispersão em água e após 24 horas.**

Formulação	Tamanho da partícula ( $\mu$ m)		Potencial zeta (mV)	
	Tempo 0	24horas	Tempo 0	24horas
FC	5,35 $\pm$ 0,17 <sup>bA</sup>	4,80 $\pm$ 0,28 <sup>bA</sup>	-40,15 $\pm$ 4,52 <sup>dA</sup>	-35,38 $\pm$ 3,64 <sup>bA</sup>
FI	4,70 $\pm$ 0,46 <sup>cdA</sup>	4,94 $\pm$ 0,20 <sup>bA</sup>	-40,55 $\pm$ 0,92 <sup>cA</sup>	-36,85 $\pm$ 2,99 <sup>bA</sup>
FT	6,05 $\pm$ 0,18 <sup>aA</sup>	6,12 $\pm$ 0,14 <sup>aB</sup>	-39,75 $\pm$ 0,80 <sup>cA</sup>	-37,51 $\pm$ 2,18 <sup>bB</sup>
FW	4,11 $\pm$ 0,37 <sup>dA</sup>	4,72 $\pm$ 0,16 <sup>bA</sup>	-44,00 $\pm$ 0,76 <sup>bA</sup>	-38,83 $\pm$ 1,92 <sup>aA</sup>
FIT	6,25 $\pm$ 0,39 <sup>aA</sup>	4,07 $\pm$ 0,11 <sup>cB</sup>	-41,36 $\pm$ 1,26 <sup>cA</sup>	-36,71 $\pm$ 2,34 <sup>bA</sup>
FIW	5,19 $\pm$ 0,56 <sup>bcA</sup>	4,92 $\pm$ 0,46 <sup>bA</sup>	-45,28 $\pm$ 1,81 <sup>aA</sup>	-35,33 $\pm$ 3,05 <sup>bA</sup>
FTW	5,05 $\pm$ 0,22 <sup>bcA</sup>	4,87 $\pm$ 0,13 <sup>bcA</sup>	-40,30 $\pm$ 4,14 <sup>abA</sup>	-39,55 $\pm$ 1,70 <sup>aB</sup>
FITW	4,21 $\pm$ 0,77 <sup>dA</sup>	4,19 $\pm$ 0,24 <sup>cA</sup>	-41,90 $\pm$ 3,00 <sup>bA</sup>	-42,25 $\pm$ 3,21 <sup>aA</sup>

A,B,C Médias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes (Teste T Pareado,  $p < 0,05$ )

a,b,c Médias na mesma coluna, para mesma medida, seguidas por letras distintas são diferentes (Tukey  $p < 0,05$ ).

Como pode ser observado na Tabela 2, os maiores tamanhos de partículas foram das fórmulas que contêm maiores concentrações de lipídeos (adição de TCM), ou seja, FT e FIT, com valores de 6,05  $\mu$ m e 6,25  $\mu$ m. Já o menor valor encontrado foi para a formulação contendo WPI (4,11 $\pm$ 0,37), possivelmente devido à propriedade emulsificante deste ingrediente, que pode ter favorecido a formação das gotículas de lipídeos em menor tamanho (PAGNO *et al.*, 2009).

Já após o armazenamento por 24 horas, todas as formulações se mantiveram estáveis, sem diferença significativa entre o tamanho médio da partícula no momento 0 e ao final do experimento, o que é vantajoso em relação à qualidade final do produto. No entanto, aquelas contendo apenas o TCM (FT) ou contendo TCM e inulina (FIT) apresentaram perda da estabilidade, evidenciada pela diferença entre os tamanhos médios de partículas.

Estes resultados demonstram que maiores concentrações de lipídeos podem formar emulsões menos estáveis, podendo ser necessária a utilização de métodos mais eficazes para solubilização das fórmulas ou mesmo ajuste nos teores de emulsificantes. Destaca-se que as formulações contendo WPI foram as que apresentaram emulsões mais estáveis, considerando seu menor tamanho de partículas. Ressalta-se que a formulação contendo TCM, porém com adição de WPI (FTW), se manteve estável, demonstrando novamente a propriedade emulsificante deste ingrediente, que diferentemente da inulina, conseguiu estabilizar a emulsão após 24 horas.

Em relação ao potencial zeta, foram observados valores médios entre -45,28 ( $\pm 1,81$ ) mV e -39,75 ( $\pm 0,80$ ) mV no tempo 0 e entre -42,25 ( $\pm 3,21$ ) e -35,33 ( $\pm 3,05$ ) mV após 24 horas de armazenamento refrigerado (Tabela 2). Emulsões estáveis apresentam potencial zeta elevados, positiva ou negativamente, pois cargas de superfície elevadas resultam em fortes interações repulsivas eletrostáticas, o que impede a aproximação das partículas, evitando a floculação e a coalescência, sendo que valores acima de  $\pm 30$  mV são considerados como suficientes para garantir a estabilização eletrostática (MOHAN *et al.*, 2016).

Após o armazenamento por 24 horas, todas as formulações se mantiveram estáveis, pois não houve diferença significativa quanto aos valores de potencial zeta, exceto para duas das formulações contendo TCM (FT e FTW), possivelmente devido pela presença de maiores teores de lipídeos, capazes de alterar a estabilidade da emulsão durante o armazenamento.

As formulações contendo WPI apresentaram maiores valores absolutos de potencial zeta, uma vez que apresenta cargas negativas em pH acima do PI, que é de 4,5, especialmente devido à desprotonação dos grupos carboxílicos. Desta forma, como as formulações apresentam pH médio de 6,0 (dados não apresentados), as diferentes concentrações de WPI influenciaram os valores de potencial zeta, reduzindo ainda mais as cargas de superfície (GONZÁLEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2017).

## Conclusão

A utilização de maiores concentrações de lipídeos, na forma de triglicerídeos de cadeia média influenciou negativamente a estabilidade das emulsões formadas após dispersão em água das fórmulas para nutrição enteral. Por outro lado, o WPI foi capaz de promover maior estabilidade das



emulsões, parâmetro observado tanto pelo tamanho médio de partículas quanto por meio do potencial zeta.

## Referências

- 1- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA (Brasil). Resolução-RDC nº 21 de 13 de maio de 2015. Dispõe sobre o regulamento técnico de fórmulas para nutrição enteral. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 mai, 2015. Seção 1, p. 28-31
- 2- GONZÁLEZ-MARTINEZ, D.A.; CARRILO-NAVAS, H.; BARRERA-DIAZ, C.E.; MARTÍNEZ-VARGAS, S.L.; ALVAREZ-RAMIREZ, J.; PÉREZ-ALONSO, C. Characterization of a novel complex coacervate based on whey protein isolate-tamarind seed mucilage. **Food Hydrocolloids**, v. 72, p. 115-126, 2017.
- 3- LAOUINI, A.; JAAFAR-MAALEJ, C.; LIMAYEM-BLOUZA, I.; SFAR, S.; CHARCOSSET, C.; FESSI, H. Preparation, Characterization and Applications of Liposomes: State of the Art. **Journal of Colloid Science and Biotechnology**, v.1, p. 147–168, 2012.
- 4- LOPES, S.C.A. **Lipossomas contendo ácido ursólico: desenvolvimento, caracterização química e físico-química e avaliação da citotoxicidade**. 2014. 150f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2014.
- 5- MOHAN, A.; MCCLEMENTS, D.J.; UDENIGWE, C.C. Encapsulation of bioactive whey peptides in soy lecithin-derived nanoliposomes: Influence of peptide molecular weight. **Food Chemistry**, v. 213, p. 143-148, 2016.
- 6- PAGNO, C.H.; BALDASSO, C.; TESSARO, I.C.; FLORES, S.H.; JONG, E.V. Obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais tecnológicas. **Alimentos e Nutrição**, v.20; p. 231-239, 2009.
- 7- PEIXOTO, A.L. **Terapia nutricional enteral e parenteral**. 1 ed. Viçosa: A.S. Sistemas, 2015. 78p.
- 8-RIBOLDI, B. P.; ROCKETT, F.C.; OLIVEIRA, V.R.; ALVES, B.C.; BECKER, J.; PERRY, I.D.S. Nutrição enteral artesanal, semiartesanal e industrializada em unidades hospitalares do Rio Grande do Sul. **Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, v. 31, n. 3, p. 281-289, 2011.