

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOEMULSÃO DE VITAMINA D VISANDO APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Nome Sobrenome (1)*; Nome Sobrenome (2) ; Nome Sobrenome (2); etc

¹ Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* Bambuí

² Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* Piumhi

x@email.com *Bolsista PIBIC

RESUMO

A vitamina D tem papel importante na saúde humana, principalmente na absorção de cálcio e fósforo. A fortificação de alimentos é uma estratégia interessante para garantir a ingestão adequada dessa vitamina, mas a sensibilidade do composto à luz, calor e oxigênio requer técnicas para manter sua estabilidade durante o processamento e armazenamento. Nesse contexto, as nanoemulsões surgem como uma tecnologia promissora para melhorar a estabilidade e a biodisponibilidade da vitamina D em produtos alimentícios. O objetivo deste estudo foi elaborar e caracterizar nanoemulsões contendo vitamina D em função do tamanho médio de partículas (nm), índice de polidispersidade (PDI) e potencial zeta (mV), além de quantificar a vitamina D durante um período de 15 dias (dia 0 e dia 15). Três nanoemulsões foram preparadas com diferentes relações mássicas de surfactante/óleo (SOR, 1:1, 1,5:1 e 2:1), e as médias de tamanho foram 282, 333 e 613 nm, respectivamente, que não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Os valores de PDI e potencial zeta foram 0,313 e 37,5 mV, 0,368 e 33,9 mV, e 0,473 e 33,2 mV (respectivamente SOR 1:1, 1,5:1 e 2:1), também sem diferenças significativas ($p > 0,05$). Os resultados sugeriram que as três nanoemulsões apresentaram-se como sistemas estáveis devido ao tamanho nanométrico e elevado valor de potencial zeta ($> |30|$ mV). A quantificação da vitamina D na emulsão foi realizada por espectrofotometria UV-vis e demonstrando que no 15º dia houve uma redução de aproximadamente 3%, sugerindo que a nanoemulsão manteve a vitamina estável durante esse período, um resultado promissor para a indústria de alimentos. A avaliação de estabilidade será mantida por 60 dias de forma a verificar a proteção oferecida pela nanoemulsão ao composto.

Palavras-chave: Nanoemulsão. Vitamina D. Fortificação.

1 INTRODUÇÃO

A vitamina D, também conhecida como colecalciferol, desempenha um papel essencial na saúde humana, sendo vital para a absorção de cálcio e fósforo, e também para o sistema imunológico (CAMARA *et al.*, 2021). Sua deficiência está associada a problemas de saúde como doenças ósseas e cardiovasculares, bem como distúrbios imunológicos. Portanto, é crucial desenvolver estratégias para garantir a ingestão adequada dessa vitamina pela população (CÂMARA *et al.*, 2021; MATOS, 2019).

A fortificação de alimentos é uma estratégia importante para garantir a ingestão adequada de vários nutrientes, dentre eles a vitamina D. No entanto, por ser um composto com sensibilidade à luz, calor e oxigênio, é possível que ocorra sua degradação durante o processamento e armazenamento de alimentos. Nesse contexto, a utilização de nanoemulsões surge como uma tecnologia promissora para melhorar a estabilidade e a biodisponibilidade de vitamina D, por serem sistemas coloidais compostos por pequenas gotículas de óleo dispersas em uma fase aquosa, que apresentam como vantagens o aumento da solubilidade, melhoria da absorção e proteção contra a degradação do composto ativo (BORRIN, 2015; COSTA, 2022; MATOS, 2019).

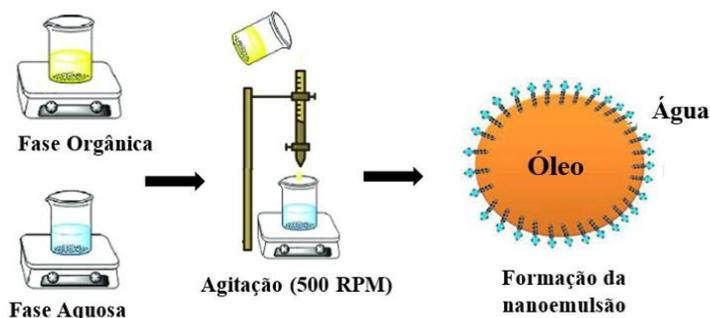
Desta forma, o propósito deste trabalho consistiu em elaborar e caracterizar nanoemulsões contendo vitamina D em função dos parâmetros tamanho médio das partículas (nm), índice de dispersão (PDI) e potencial zeta (mV), seguido de quantificação de vitamina D na nanoemulsão ao longo do tempo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das nanoemulsões

O desenvolvimento das nanoemulsões consistiu na mistura de óleo (fase orgânica), água (fase aquosa) e surfactante. A fase orgânica foi preparada a partir da homogeneização de vitamina D (2.000 UI/gota), óleo de soja e Tween 80 (surfactante), esquematizado na Figura 1. Em seguida, a fase orgânica foi titulada lentamente sobre a fase aquosa, composta apenas por água destilada, sob agitação constante (500 RPM), de acordo com metodologia modificada de *Walia et al.*, (2022). Foram produzidas três emulsões com razão mássica surfactante/óleo (SOR) de 1:1, 1,5:1 e 2:1, sendo a concentração de óleo de soja fixo em 3% (Tabela 1).

Figura 1 – Esquema do preparo da nanoemulsão.



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 1 – Composição das nanoemulsões

SOR	Tensoativo (%) v/v	Óleo de soja (%) v/v	Água (%) v/v
1:1 (A)	3	3	94
1.5:1 (B)	4,5	3	92,5
2:1 (C)	6	3	91

Fonte: elaborado pelo autor

Caracterização das nanoemulsões

A caracterização das nanoemulsões foi realizada no Laboratório de Embalagens da Universidade Federal de Viçosa, em equipamento ZetaSizer ZS Nano (Malvern). Foram avaliados o diâmetro médio da partícula (nm), PDI e potencial zeta (mV).

Quantificação de vitamina D nas nanoemulsões

A quantificação da vitamina D na nanoemulsão ao longo do tempo foi realizada seguindo as metodologias modificadas propostas por Da Silva *et al.* (2021) e Walia *et al.*, (2022), em espectrofotômetro UV-vis. O objetivo foi avaliar se a nanoemulsão assegurava a estabilidade e homogeneidade da vitamina ao longo do tempo. A avaliação foi feita nos tempos 0 e após 15 dias, sendo a emulsão armazenada em local refrigerado nesse intervalo. Inicialmente, foi gerada uma curva de calibração de absorbância em função da concentração de vitamina D (UI/mL). Em seguida, para a extração da vitamina D das nanoemulsões, utilizou-se 5 mL de nanoemulsão e 35 mL de metanol em banho ultrassônico por 30 minutos em temperatura ambiente, seguido da centrifugação (2500 RPM/ 20 min) e leitura do sobrenadante em espectrofotômetro no comprimento de onda de 265 nm.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida de teste de média de Tukey, a 5% de probabilidade. O programa utilizado foi o RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das nanoemulsões

Os resultados de tamanho médio de partícula das nanoemulsões com vitamina D variaram de 282,1 a 613,7 nm (Tabela 2), valores que estão condizentes com os achados

de Walia *et al.*, 2022. Além disso, todos os tratamentos avaliados obtiveram um PDI variando entre 0,31 a 0,37. Esses valores indicam que as nanoemulsões apresentaram uma distribuição homogênea razoável em termos de tamanho das partículas. Valores de PDI menores que 0,3 indicam um nível ótimo de homogeneização (He *et al.*, 2011). Os estudos de Walia *et al.*, (2022), encontraram um PDI em torno de 0,4, caracterizando uma boa distribuição do tamanho das partículas. Os valores de potencial zeta variaram entre -33,2 e -37,5 mV, sugerindo estabilidade das nanoemulsões, uma vez que a literatura sugere que potenciais zeta superiores a |30| mV são indicadores de boa estabilidade da emulsão. Por fim, a análise estatística não detectou diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2 – Quantificação dos parâmetros termodinâmicos das nanoemulsões.

Parâmetros	SOR 1:1	SOR 1,5:1	SOR 2:1
Diâmetro de partícula (nm)	282,1 ± 45,0 a	333,7 ± 80,6 a	613,7 ± 730,6 a
Potencial Zeta (mV)	-37,5 ± 6,4 a	-36,7 ± 7,0 a	-33,2 ± 5,3 a
Índice de Polidispersão	0,31 ± 0,05 a	0,37 ± 0,09 a	0,36 ± 0,27 a

Média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Quantificação da vitamina D na nanoemulsão

A quantificação da concentração de vitamina D foi realizada apenas na nanoemulsão de SOR 1:1, uma vez que a análise estatística não indicou diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$). Portanto, a escolha deste tratamento foi voltada para a minimização do impacto sensorial quando aplicado em alimentos. Foi avaliado a estabilidade físico-química da vitamina D em dois momentos: no dia da elaboração da emulsão (dia 0) e após 15 dias. O valor inicial de vitamina D na emulsão foi de 613,2 UI/mL, o que já era esperado visto que a nanoemulsão foi elaborada de forma a possuir aproximadamente 600 UI/mL. Após 15 dias sob refrigeração, o conteúdo de vitamina D apresentou uma ligeira queda de cerca de 3%, sendo de 593,2 UI/mL, indicando que a nanoemulsão cumpriu o seu propósito, mantendo a vitamina estável por esse período de tempo.

4. CONCLUSÃO

As nanoemulsões demonstraram estabilidade em função do tamanho nanométrico, baixo valor de PDI e elevado valor de potencial zeta. Não foi observada diferença

significativa entre as nanoemulsões de diferentes SOR, logo a escolha da nanoemulsão para aplicação em alimento pode ser baseada, em outros atributos, como o impacto sensorial. A vitamina D permaneceu estável por 15 dias, sugerindo sua aplicação em alimentos fortificados, assegurando a estabilidade durante a vida útil. A pesquisa continuará por 60 dias para análise completa. O próximo passo é incorporar a nanoemulsão em alimentos, visando a criação de produtos fortificados, potencialmente beneficiando a saúde nutricional dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORRIN, Thaís Ribeiro. **Nanoemulsões produzidas pelo método do ponto de inversão da emulsão (EIP) para encapsulação de curcumina**: parâmetros de produção, estabilidade físico-química e incorporação em sorvete. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CÂMARA, Janaína Lopes *et al.* Vitamina D: uma revisão narrativa. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 5904-5920, 2021.

COSTA, Widi *et al.* **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO ÓLEO DE GUEROBA (*Syagrus oleracea* Becc.)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Goiás, Rio Verde 2022.

DA SILVA, Tamires Barlati Vieira *et al.* Analytical validation of an ultraviolet–visible procedure for determining vitamin D3 in vitamin D3-loaded microparticles and toxicogenetic studies for incorporation into food. **Food Chemistry**, v. 360, p. 129979, 2021.

MATOS, Ricardo. **Nanoemulsificação de óleo de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) pelo método do ponto de inversão da emulsão e encapsulação de vitamina D3**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Engenharia de Alimentos) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

WALIA, Niharika *et al.* A low energy approach to develop nanoemulsion by combining pea protein and Tween 80 and its application for vitamin D delivery. **Food Hydrocolloids for Health**, v. 2, p. 100078, 2022.