



# UTILIZAÇÃO DE HIDROXIPROPILMETILCELULOSE, METILCELULOSE E QUITOSANA NA OBTENÇÃO DE OLEOGÉIS PELO MÉTODO DE “ESPUMA” (*FOAM TEMPLATED*)

**Palavras-Chave:** [organogéis], [polímeros celulósicos], [método indiretos]

**Autores/as:**

Felipe Henrique Fogaça Batista [FEA/UNICAMP]

MSc.<sup>a</sup> Juliana Domingues dos Santos Carvalho [FEA/UNICAMP]

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Miriam Dupas Hubinger [FEA/ UNICAMP]

---

## INTRODUÇÃO:

As gorduras são responsáveis por conferir aos alimentos diversos atributos de interesse como sabor, palatabilidade, textura, aroma, maciez, emulsificação e transferência de calor (frituras), além de evitarem a aderência e promoverem a saciedade após a alimentação (FENNEMA, DAMODARAN & PARKIN &, 2007).

Em termos de propriedades físicas, os óleos vegetais são definidos como líquidos à temperatura ambiente, o que dificulta a sua utilização como agentes texturizantes e/ou estabilizantes. Alternativamente, a tecnologia de alimentos tem estudado meios de produzir gorduras sólidas através de óleos vegetais, utilizando técnicas como a hidrogenação catalítica parcial, a interesterificação e o fracionamento (PEHLIVANOĞLU *et al.*, 2018). Contudo, algumas destas maneiras usuais de modificação da cadeia carbônica dos óleos desencadeiam efeitos adversos à saúde humana, devido à excessiva concentração de ácidos graxos saturados e/ou *trans* que são obtidos após esse processo (PUSCAS *et al.*, 2020).

Nesse sentido, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) projetou novas regulamentações para o uso de gorduras *trans* em alimentos destinados ao consumidor final e aos serviços de alimentação na RDC nº 332, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019). Na resolução é decretado que a partir de 1º de julho de 2023 o teor de gordura *trans* em produtos alimentícios não deverá exceder 2 gramas por 100 gramas de gordura total. Adicionalmente, a partir de 1º de janeiro de 2023, será definitivamente proibida a introdução de óleos e gorduras vegetais parcialmente hidrogenados na formulação de alimentos.

Nesse contexto, tem aumentado o interesse pelo desenvolvimento de produtos mais saudáveis, reduzidos em gorduras saturadas e *trans* e que apresentem propriedades tecnológicas similares às gorduras (PEHLIVANOĞLU *et al.*, 2018). Desse modo, a utilização de óleos vegetais estruturados é designada como uma nova abordagem para a substituição parcial ou total de

gordura saturada e *trans* nos alimentos (PUSCAS *et al.*, 2020). A formação desses sistemas lipídicos estruturados pode levar à criação de novos produtos alimentícios com perfil nutricional melhorado.

A oleogelação ou organogelação consiste em um mecanismo de estruturação de óleos líquidos para obtenção de um material sólido ou semissólido, sem a geração de ácidos graxos *trans*, ou seja, não há alteração da estrutura química do óleo. Estes compostos, denominados oleogéis ou organogéis, podem ser obtidos a partir do aprisionamento de um óleo líquido em uma rede tridimensional organizada por agentes gelificantes (PATEL & DEWETTINCK, 2016).

A formação dessa estrutura do tipo gel ocorre pela utilização de um agente estruturante do sistema lipídico, denominado *gelator* ou *oleogelators* (PATEL & DEWETTINCK, 2016). Os oleogéis resultantes podem apresentar distintas características viscoelásticas, que dependem do tamanho da cadeia, conformação e concentração do agente estruturante utilizado (DAVIDOVICH-PINHAS, 2019).

Os oleogéis podem também ser obtidos pela utilização de polímeros de grau alimentício, através de métodos indiretos. Dentre os métodos indiretos destacam-se a abordagem de troca de solventes (troca de solvente e modelo aerogel) e a abordagem bifásica (modelo de emulsão, emulsão de alta fase interna “HIPE” e modelo de espuma) (ABDOLLAHI, GOLI & SOLTANIZADEH, 2020; PATEL *et al.*, 2013). Esses modelos são conhecidos por utilizarem polímeros hidrofílicos/anfifílicos para a obtenção dos oleogéis.

No presente projeto, é estudada a obtenção de oleogéis pelo método indireto, utilizando a abordagem do tipo “espuma”. Essa técnica é caracterizada pelo uso de proteínas e/ou polissacarídeos como agentes estabilizantes e gelificantes em um sistema bifásico do tipo ar-água. Este sistema estável é submetido à secagem para a remoção de água através da técnica de liofilização, formando uma estrutura porosa, denominada criogel. Posteriormente, os criogéis são submetidos à absorção de líquido apolar (óleo) e cisalhamento, gerando um material final, isto é, o oleogel (ABDOLLAHI, GOLI & SOLTANIZADEH, 2020; PATEL *et al.*, 2013).

## **METODOLOGIA:**

- **MATERIAL**

A obtenção do oleogel foi realizada no Laboratório de Engenharia de Processos (LEP) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP). As matérias primas utilizadas neste projeto foram a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e metilcelulose (MC), doadas pela empresa Ashland (São Paulo, Brasil) e a quitosana (CHI) que foi adquirida da Sigma-Aldrich. O óleo de girassol foi adquirido do mercado local.

## ● PREPARO DAS SOLUÇÕES POLIMÉRICAS

As soluções poliméricas foram preparadas mantendo uma concentração constante de 2% (m/v) em água milli-Q, com exceção da CHI, que foi dispersa em solução de ácido fosfórico (1% v/v). Após a preparação, todas as soluções foram suavemente agitadas por 12h (100 rpm) à temperatura ambiente, para assegurar a hidratação completa dos polissacarídeos.

As seguintes proporções poliméricas foram avaliadas: HPMC-CHI e MC-CHI na proporção de 80:20, 70:30 e 60:40, respectivamente.

## ● PREPARO DOS OLEOGÉIS: MÉTODO DE FORMAÇÃO DE ESPUMA

A espuma foi estruturada por aeração utilizando um Ultraturrax® (IKA®- WerkeGmbH&Co. KG, Germany) a 13.000 rpm por 3 minutos (ABDOLLAHI, GOLI & SOLTANIZADEH, 2020). As espumas foram congeladas a -20°C e, posteriormente, desidratadas utilizando um liofilizador LS 3000 (Terroni Equipamentos Científicos, São Carlos, Brasil), por um período de 48h, produzindo assim criogéis sólidos. Subsequentemente, os criogéis foram submersos em óleo de girassol (teor mássico de óleo = 10% em peso do criogel) durante a noite (12h) e em seguida, os oleogéis foram obtidos em um Ultraturrax® (IKA®- WerkeGmbH&Co. KG, Germany) a 11.000 rpm por 30 segundos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os produtos gelificados obtidos pelo método de espuma foram avaliados em termos de aparência visual. Vale ressaltar que devido ao cenário pandêmico desencadeado pelo SARS-CoV-2, diversas análises de obtenção e caracterização destes oleogéis foram comprometidas, obtendo-se parcialmente os resultados. As Figuras 1 e 2 exemplificam os oleogéis adquiridos após a etapa de cisalhamento para as amostras 80% de polímero celulósico e 20% de CHI.

**Figura 1.** Oleogel estruturado pela mistura de *gelators* MC:CHI na proporção 80:20.



**Figura 2.** Oleogel estruturado pela mistura de *gelators* HPMC:CHI na proporção de 80:20.



De modo geral, ambos os sólidos viscoelásticos gelificados foram capazes de absorver uma excelente quantidade de óleo em suas estruturas (cerca de 10x o peso do criogel). No entanto, os materiais não se comportaram adequadamente sobre aplicação de força normal, de modo que foi observado um extenso vazamento de óleo na tentativa de análises de textura e firmeza, inviabilizando as medições para todos os sistemas estudados. A rede polimérica foi incapaz de romper com cisalhamento quando aplicado força através de um rotor estator e se homogeneizar. Isso acarreta na liberação do líquido (óleo de girassol).

A natureza interativa que reside na estrutura tridimensional (3D) dos oleogéis pode ter influenciado na baixa retenção de óleo por parte do material. A quitosana é compreendida como um biopolímero policatiônico altamente capaz de produzir hidrogéis em associação com outros polímeros (BERGER *et al.*, 2004), ao passo que os polissacarídeos celulósicos são levemente aniônicos e tendem à neutralidade. Dessa maneira, a possível formação de interações e complexos entre os agentes estruturantes (LUO & WANG, 2014) utilizados no método pode ter desencadeado uma menor retenção de óleo líquido no produto gelificado, visto que, de modo altamente relevante, as interações polímero-óleo não se estabeleceram de forma eficiente para conter o óleo dentro do material poroso.

## **CONCLUSÕES:**

Uma série de rotas de estruturação de óleo têm sido exploradas nos últimos anos. A promissora produção de oleogéis permite a redução parcial ou total de gorduras saturadas e *trans* na formulação de alimentos, objetivo já projetado para o futuro da indústria alimentícia. Os diversos métodos de elaboração de oleogéis dependem das propriedades dos agentes estruturantes. A capacidade de interações hidrofílicas e hidrofóbicas, o peso molecular e o

mecanismo de formação da rede de gelificação fornecem diferentes rotas de conversão de óleo em gel.

Os oleogéis obtidos a partir dos polímeros celulósicos modificados, HPMC e MC, exibiram excelentes resultados relatados em demais trabalhos (ABDOLLAHI, GOLI & SOLTANIZADEH, 2020; PATEL *et al.*, 2013). Vale ressaltar que os produtos obtidos pelo método de espuma podem incorporar e reter uma alta quantidade de óleo. No entanto, a combinação dos derivados da celulose com a quitosana não possibilitou a formação de uma rede porosa eficaz para a retenção de óleo. Nesse sentido, mais estudos sobre a mistura destes polissacarídeos na formulação de oleogéis são necessários, visto que as investigações ainda são poucas.

## BIBLIOGRAFIA

ABDOLLAHI, M., GOLI, S. A. H., & SOLTANIZADEH, N. Physicochemical Properties of Foam- Templated Oleogel Based on Gelatin and Xanthan Gum. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 122, n. 2, p. 1900196, 2020.

BERGER, J. *et al.* Structure and interactions in covalently and ionically crosslinked chitosan hydrogels for biomedical applications. **European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics**, v. 57, n. 1, p. 19-34, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 332, de 11 de dezembro de 2019**. Define os requisitos para uso de gorduras *trans* industriais em alimentos. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-332-de-23-de-dezembro-de-2019-235332281>>. Acesso em: 27 de Jan. de 2021.

DAVIDOVICH-PINHAS, M. Oil structuring using polysaccharides. **Current Opinion in Food Science**, v. 27, p. 29-35, 2019.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; & PARKIN, K. L. (ed.). **Fennema's Food Chemistry**. 4<sup>th</sup> ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007.

Luo, Y., & Wang, Q. (2014). Recent development of chitosan-based polyelectrolyte complexes with natural polysaccharides for drug delivery. **International Journal of Biological Macromolecules**, 64, 353–367.

PATEL, A. R. *et al.* A foam-templated approach for fabricating organogels using a water-soluble polymer. **Rsc Advances**, v. 3, n. 45, p. 22900-22903, 2013.

PATEL, A. R., & DEWETTINCK, K. Edible oil structuring: an overview and recent updates. **Food & Function**, v. 7, n. 1, p. 20-29, 2016.

PEHLIVANOĞLU, H. *et al.* Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, n. 8, p. 1330-1341, 2018.

PUŞÇAŞ, A., MURESAN, V., SOCACIU, C., & MUSTE, S. Oleogels in Food: A Review of Current and Potential Applications. **Foods**, v. 9, n. 1, p. 70, 2020.