

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO ORGANOGEL DE ÓLEOS VEGETAIS COM MONOESTEARATO DE GLICERILA

Sarah Regina Pereira CAMELO⁽¹²⁾
Beatriz Chaves dos SANTOS⁽¹³⁾
Paula Cristina Barroso Reis OLIVEIRA⁽¹⁴⁾
(Centro Universitário Fibra)

RESUMO

Os organogéis se apresentam como uma potencial alternativa para a obtenção de bases lipídicas com funções tecnológicas adequadas em aplicações industriais de diferente áreas como farmacêutica, alimentícia, cosmética, dentre outras. Os organogéis são materiais viscoelásticos que possuem características de gel, sendo um sistema semissólido constituído por agentes de estruturação capazes de aprisionar um óleo líquido através da formação de uma rede tridimensional. A natureza lipídica dos organogéis gera interesse pelo uso potencial como sistema de liberação de ativos de baixa solubilidade em água. No processo de produção desses materiais, fatores como a temperatura para solubilização do estruturante ou

¹² Doutora em Ciências Farmacêuticas, Professor Universitário, Centro Universitário Fibra, sarah-camelo@hotmail.com

¹³ Acadêmica do curso de Farmácia, orientanda de iniciação científica, Centro Universitário Fibra, biachaves.1997@gmail.com

¹⁴ Acadêmica do Curso de Farmácia, orientanda de iniciação científica, Centro Universitário Fibra, paulacristinab@outlook.com

estabilização dos géis, estrutura e composição do óleo líquido, tipo e concentração do estruturante podem provocar alterações na formação de um organogel quando minimamente modificados. A investigação teve como objetivo desenvolver e caracterizar organogéis à base azeite de oliva (AO) e de óleos de girassol (OG) e soja (OS) utilizando o monoestearato de glicerila (MEG) como estruturante. Os sistemas lipídicos foram produzidos com diferentes concentrações de MEG por meio do método de aquecimento/arrefecimento (70 °C – 5/25 °C). A estrutura da rede tridimensional foi avaliada por microscopia óptica e a ocorrência de qualquer instabilidade no sistema foi avaliado visualmente frente à diferentes temperaturas de armazenamento (5, 25, 35 e 5/35 °C). Microscopicamente foi possível observar uma mesma tendência em todos os organogéis gerados independente da composição do óleo. As amostras submetidas ao arrefecimento à temperatura de 5°C formaram uma rede tridimensional composta por fibras curtas e mais agrupadas e à temperatura de 25°C, foram formadas fibras mais alongadas à medida que aumentava a concentração em organogelificante. A estabilidade das amostras de organogel variou frente às diferentes temperaturas de armazenamento e à composição em gelificante presente na amostra; sendo a maior concentração de MEG (15%) capaz de melhor resistir as oscilações de temperatura. A composição em ácidos graxos e a presença de insaturações nos óleos foram capazes de gerar organogéis com uma rede tridimensional mais ou menos estruturada. Os organogéis produzidos com OG e OS, foram capazes de resistir melhor as alterações de temperatura quando comparados aos organogéis produzidos com azeite de oliva. Os organogéis de OG obtiveram uma maior estabilidade em comparação ao organogéis de OS, resultado explicado

pela diferença na composição em ácidos graxos insaturados.

Palavras-chave: Azeite de oliva. Monoestearato de glicerila; Óleo de girassol; Óleo de soja. Organogel.

ABSTRACT

Organogels have been presented as a potential alternative to obtain lipid bases with suitable technological functions in industrial applications such as cosmetics, pharmaceuticals and food. Organogels are viscoelastic materials that possess gel characteristics, being a semi-solid made with structuring agents able to trap oil through a tridimensional net. The lipid nature of organogels brings interest to developers due to its potential usage as delivery system for low solubility active pharmaceutical ingredients. In the production process of these materials, factors like the solubilization temperature of the structurant compound or gel stabilization temperature, liquid oil structure and composition, and structurant type and concentration can lead to alterations in organogels formation when they are minimally modified. The present work aimed to develop and characterize organogels based on olive oil (AO), Sunflower oil (OG) and Soy oil (OS), using glyceryl monostearate (MEG) as structurant. The lipid systems were produced using different concentrations of MEG through a heating/cooling method (70 °C – 5/25 °C). The three-dimensional network structure was assessed by optical microscopy, and the occurrence of any instability was assessed visually in different storage temperature (5, 25, 35 e 5/35 °C). Microscopically, a tendency was observed in all organogels independently of oil composition. Samples submitted to cooling to 5°C have formed a three-

dimensional network composed by short and grouped fibers, and at 25°C longer fibers were formed as organogelling agent concentration were increasing. The stability of organogel samples varied facing the different storage temperatures and the composition of gelation agent in the sample, where the greatest MEG concentration (15%) the most effective in resisting temperature oscillation. Fatty acids composition and the presence on insaturations were able to generate organogels with a three dimensional network more or less structured. Organogels produced with OG and OS were able to resist to temperature changes when compared to organogels produced with olive oil. Organogels of OG obtained a greater stability compared with organogels of OS, whose results can be explained by the difference in the composition of insaturated Fatty Acids.

Key-words: Glyceryl monostearate; Lipid system; Olive oil; organogel; Sunflower oil; Soy oil.

INTRODUÇÃO

Géis são formulações semissólidas compostas basicamente por dois componentes: um líquido e um sólido. O componente líquido é denominado como solvente, enquanto o componente sólido é conhecido como agente gelificante (DASTIDAR, 2008; SINGH *et al.*, 2013). Os géis são tipicamente formados pelo aprisionamento da fase líquida numa rede tridimensional do agente gelificante

(PAL *et al.*, 2013; BABU *et al.*, 2014). Com base na polaridade do solvente, os géis podem ser divididos em duas categorias: organogel (apolar) e hidrogel (polar) (CO & MARANGONI, 2012); bastante utilizados em diferentes áreas: farmacêutica, cosmética, indústria de alimentos, etc.

Os organogéis, devido a sua natureza lipofílica podem melhorar a permeação de fármacos através do estrato córneo (MURDAN, 2005). Os hidrogéis, por sua vez, possuem características hidrofílicas e geram sistemas com maior aderência do paciente devido suas propriedades, como a fácil remoção após aplicação, o efeito de resfriamento, dentre outros (DU *et al.*, 2014). No entanto, esses sistemas são ineficazes ao veicular fármacos hidrofóbicos devido à sua baixa permeabilidade na pele (GALLARDO *et al.*, 2005).

Uma das principais características que tornam os organogéis interessantes é o seu potencial para melhorar as características físicas de um produto para uso industrial, sem incrementar seu teor de ácidos graxos *trans* ou saturados, mantendo suas características reológicas (ROGERS *et al.*, 2009). A propriedade termorreversível dos organogéis gerou muito interesse pelo uso potencial

como sistema de liberação de fármacos. Várias formulações baseadas nesse sistema foram projetadas para administrar agentes bioativos por diferentes vias de administração (MURDAN, 2005; PÉNZES *et al.*, 2005; LIM *et al.*, 2008; IWANAGA *et al.*, 2010; SAHOO *et al.*, 2012). No entanto, a formação de um organogel depende de alguns fatores, os quais podem alterar suas propriedades mecânicas ou até mesmo impedir a formação do mesmo. Fatores como a temperatura para solubilização dos estruturantes ou de estabilização dos géis, estrutura e composição do solvente (ou óleo líquido), presença de surfactantes, concentração do estruturante/gelificante, adição simultânea de diferentes estruturantes, método de incorporação e interação com outros componentes, quando minimamente modificados podem resultar em mudanças drásticas no produto obtido (MARANGONI & GARTI, 2011).

Portanto o objetivo do presente trabalho foi desenvolver e caracterizar organogéis à base de AO, OG e OS contendo MEG como agente gelificante. Identificando microscopicamente o comportamento da rede tridimensional formada com os diferentes óleos vegetais, definindo a melhor temperatura de geração do sistema, a

melhor concentração do agente gelificante, além da realização dos estudos de estabilidade do produto final em diferentes condições de armazenamento.

DESENVOLVIMENTO

O óleo vegetal é uma gordura natural extraída de plantas. A composição majoritária dos óleos vegetais é de triglicerídeos: três moléculas de ácido graxo e uma molécula de glicerol. Os ácidos graxos de gorduras naturais possuem uma cadeia carbônica com um grupo terminal carboxila, contendo em média 16 e 18 átomos de carbono. Podem ser saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados. A ausência de insaturação nas cadeias dos ácidos favorece ao empacotamento intermolecular, fazendo com que, em geral, estes se apresentem à temperatura ambiente, no estado sólido, estão neste grupo às gorduras; já os insaturados apresentam maior dificuldade de interação intermolecular, por conta das insaturações, e por isso a temperatura ambiente estão no estado líquido (ABUD *et al.*, 2010).

O azeite de oliva é um líquido amarelo-esverdeado, transparente e aromático, utilizado desde a antiguidade

como ingrediente na culinária. É extraído das sementes presentes no fruto maduro da oliveira (*Olea europaea* L.), a oliva, comumente chamada de azeitona (BOUSKOU, 2006; RAMIREZ-TORTOSA *et al.*, 2006;). As variedades de azeitonas mais comuns destinadas a extração do azeite, possuem até 80% em ácido oleico (C:18:1; ω 9), compostos sintetizados somente por vegetais sendo imprescindíveis para o organismo, cuja reposição deve ser feita através da alimentação.

O óleo de girassol é obtido a partir do girassol (*Helianthus annuus* L.), uma semente oleaginosa constituída por cerca de 24% de proteínas e 47, 3% de óleo. Esse óleo possui características valiosas do ponto de vista culinário, nutricional e físico-químico. Apresenta em sua composição baixa quantidade de ácidos graxos saturados e alto teor de ácidos graxos poli-insaturados. O óleo normalmente contém entre 60 -- 75% de ácido linoleico (C:18:2; ω 6), quantidades superiores que 90% de ácido linoléico e oléico combinados, e ausência ou traços de ácido linolênico (GUNSTONE, 2005).

As sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] são também fontes de óleo de altíssima qualidade, com teor em torno de 18% no grão. O óleo se caracteriza por ser

rico em ácidos graxos insaturados (aproximadamente 85% do total), mais especificamente ácido palmítico (C16:0) (variação entre 7 –14%), ácido oléico (C:18:1; ω 9) (faixa de 19 – 30%), ácido linoleico (C:18:2; ω 6) (entre 44 –62%) e ácido linolênico (C18:3; ω 3) (entre 4 –11%). O óleo se caracteriza também por ter vários componentes menores que podem ser recuperados durante o processo de refino. Estes incluem os fosfolipídios recuperados como lecitina, esteróis mistos, que servem como matéria-prima para a produção de produtos farmacêuticos valiosos, além dos tocoferóis (vitamina E) (GUNSTONE, 2005).

METODOLOGIA

-- Materiais

A investigação foi de natureza descritiva exploratória e os materiais utilizados foram óleos vegetais adquiridos na cidade de Belém-PA: azeite de Oliva (AO) da marca Vila real (Lote: VR01305); óleo de girassol (OG) da marca Liza (lote: L02C, Brasil); óleo de Soja (OS) da marca Liza (lote: 07B, Brasil) e o Monoestearato de glicerila (MEG) da marca Isofar (Lote: 131646).

-- Composição em agente gelificante e temperatura de resfriamento

Os organogéis aqui produzidos foram sintetizados por meio do método de aquecimento/resfriamento (LUKYANOVA *et al.*, 2010). Uma determinada quantidade do agente gelificante MEG foi misturada a uma massa do solvente orgânico (AO, OG e OS) dentro de béqueres, segundo as seguintes porcentagens em massa de MEG: 2%, 4%, 5%, 6%, 8%, 10%, 15%, 20%, 30% et 40%. Essa mistura foi agitada sob aquecimento (70 °C) até completa homogeneização do agente gelificante; na sequência essa solução foi resfriada de duas maneiras à temperatura ambiente (25 °C) e em banho de gelo (5 °C) para formação do organogel.

Após preparo cada um dos organogéis foi avaliado pelo método do tubo invertido baseado no escoamento gravitacional do organogel, efeito dependente principalmente da concentração do agente gelificante; embora o tempo e a temperatura de resfriamento possam também interferir no produto final (SAGIRI *et al.*, 2015). O ideal é obter um organogel firme o suficiente para não escoar quando o tubo for invertido.

-- Caracterização microscópica da estrutura cristalina dos organogéis

A formação de organogéis ocorre em três etapas: nucleação cristalina inicial, ramificação cristalina repetida e crescimento final do cristal. Estruturas formadas com baixas concentrações de agente gelificante/estruturante podem estar relacionadas ao crescimento de cristais restrito a duas dimensões (plaquetas). No entanto, a gelificação requer a criação de uma rede cristalina contínua, conseguida com o aumento da concentração do gelificante, gerando uma estrutura tridimensional que imobiliza completamente a fase oleosa (XIAO HUANG *et al.*, 2005; ROGERS *et al.*, 2009; ROGERS & KIM, 2011).

A morfologia e o arranjo dos cristais foram estudados para melhor compreender a influência da concentração do gelificante na formação do organogel por meio da microscopia óptica. As amostras obtidas foram observadas com ampliação de 80x (MARTINS *et al.*, 2016), em microscópio óptico e trinocular da marca Nikon modelo Eclipse E200 e a câmera acoplada ao trinocular da marca Prime cam.

-- Estabilidade

O teste de estabilidade foi realizado de acordo com estudos encontrados na literatura. Após o preparo dos organogéis (a 5 e 15% de MEG), as amostras foram mantidas por 24 horas na geladeira. Posteriormente, foram divididas e acondicionadas sob diferentes temperaturas (5, 25 e 35°C), sendo as mesmas avaliadas no 1º, 4º e 7º dias (ROCHA *et al.*, 2013). Adotou-se também o método de ciclagem de temperatura que intercalou a exposição das amostras ao ciclo de congelamento/descongelamento (5 e 35°C) após o resfriamento. As amostras do ciclo foram avaliadas no 3º, 4º, 7º e 10º dias após a refrigeração (GARCIA *et al.*, 2013). Para padronização da avaliação, foi definida uma classificação referente às características observadas: totalmente firme (5), firme (4), viscoso (3), fluído (2) e totalmente líquido (1) (GODOI, 2017).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

-- Avaliação da microestrutura dos organogéis

De acordo com a análise microscópica foi possível observar uma mesma tendência em todos os organogéis gerados independente da composição do óleo. As amostras submetidas ao resfriamento à temperatura de 5°C formaram uma rede tridimensional composta por fibras curtas e mais agrupadas; à temperatura de 25°C foram formadas fibras mais alongadas à medida que aumentava a concentração em organogelificante. No entanto, pode-se analisar que quanto maior a concentração do organogelificante, mais aglomeradas ficaram as fibras e mais denso ficou o organogel, impedindo uma visualização clara na lâmina (organogel gerado a partir de 20% de MEG).

O comportamento microestrutural de óleos e gorduras é uma característica que pode influenciar diretamente nos atributos físicos e sensoriais de produtos de base lipídica, tais como aparência, textura, plasticidade e reologia (SILVA *et al.*, 2016). O organogelificante MEG proporciona uma tendência à formação de cristais do tipo

agulha, entretanto, o solvente orgânico e a temperatura também influenciam no tipo de estrutura formada (BARBOSA, 2018). As amostras de organogel contendo 15% de MEG que foi produzida à temperatura de 25° C apresentou resultado satisfatório para a microestrutura, devido a presença de fibras longas e uma rede bem estruturada; enquanto as amostras trabalhadas a temperatura de 5° C demonstraram não serem capazes de formar organogéis firmes e estáveis, pois apresentaram fibras mais curtas, dificultando o aprisionamento da fase interna (oleosa).

-- Avaliação da estabilidade dos organogéis

Como pode ser observado na Tabela 1, a estabilidade das amostras de organogel varia frente às diferentes temperaturas de armazenamento (5 °C, 25 °C e 35 °C) e à composição em gelificante presente na amostra. A maior concentração de MEG (15%) foi capaz de melhor resistir as oscilações de temperatura; característica essa mantida principalmente nos organogéis gerados a partir do óleo de girassol e soja.

Ácidos graxos de cadeia longa (óleo de girassol e soja) que apresentam alta viscosidade são capazes de produzir organogéis com maior firmeza e melhores propriedades reológicas. A sua maior hidrofobicidade é mais eficiente ao solubilizar a parte hidrofóbica do organogelificante, além de facilitar a agregação da parte hidrofílica. Todas essas características facilitam a formação de um número maior de zonas de junção na rede tridimensional, produzindo géis mais fortes (LAREDO *et al.*, 2011) capazes de resistir melhor as alterações de temperatura quando comparados aos organogéis produzidos com azeite de oliva (ácido graxo de cadeia média). É importante também salientar que além do comprimento da cadeia do ácido graxo o grau de insaturação do mesmo altera as características do organogel formado (LAREDO *et al.*, 2011; VALOPPI *et al.*, 2017).

Os organogéis produzidos a partir de óleo de girassol obtiveram uma maior estabilidade em comparação ao organogéis de óleo de soja. Esse resultado é explicado pela diferença na composição em ácidos graxos insaturados. O óleo de girassol é formado majoritariamente por ácido oleico (C18:1 ω 9 = 21,09%) e linoleico (C18:2 ω 6

= 67,78%); enquanto o óleo de soja apresenta uma maior constituição de ácidos graxos insaturados: ácido oleico (C18:1 ω 9 = 23,61%), linoleico (C18:2 ω 6 = 55,26%) e ácido linolênico (C18:3 ω 3 = 4,52%) (JORGE et al., 2005).

Tabela 1. Avaliação da estabilidade visual dos organogéis em diferentes condições de armazenamento.

Armazena mento	Con c. de MEG (%)	Azeite de oliva		Óleo de girassol		Óleo de soja	
		1 ^o di a	7 ^o di a	1 ^o di a	7 ^o di a	1 ^o di a	7 ^o di a
5 °C	5 %	4	4	4	4	5	4
	15%	5	4	5	5	5	5
25 °C	5%	5	4	4	3	5	3
	15%	5	5	3	5	5	5
35 °C	5%	4	1	4	3	5	1
	15%	5	4	5	5	3	4
5/35 °C	5%	4	1	4	4	5	1
	15%	5	2	5	5	5	4

CONCLUSÃO

O organogel foi bem desenvolvido e caracterizado segundo sua constituição em quantidade de gelificante, temperatura de obtenção/gelificação e temperatura de armazenamento. Levando em consideração esses parâmetros os organogel obtido a partir do óleo de girassol contendo 15% de agente gelificante gerado à temperatura de 25°C comportou-se como o melhor sistema dentre os demais avaliados. Vale ressaltar que uma investigação mais detalhada do comportamento térmico dos organogéis e a composição dos óleos, com a definição da porcentagem em ácidos graxos faz-se necessário para uma compreensão mais aprofundada do comportamento desses materiais.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLÃO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. Rev. Ciênc. Agron., v.41, n.2, p. 259-265, 2010.

BABU, S.S., PRAVEEN, V.K., AJAYAGHOSH, A., 2014. Functional π -Gelators and Their Applications. Chem. Rev. 114, 1973–2129. <https://doi.org/10.1021/cr400195e>.

BARBOSA, K. M. **Obtenção e caracterização de sistemas lipídicos à base de óleo de soja utilizando a tecnologia de organogéis.** 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2018.

BOUSKOU, D., 2006. Olive Oil: Chemistry and Technology, 2nd ed. Academic Press and AOCS Press, Champaign.

CO, E., MARANGONI, A., 2012. Organogels: An Alternative Edible Oil-Structuring Method. Journal of the American Oil Chemists' Society 89. <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2049-3>.

DASTIDAR, P., 2008. Supramolecular gelling agents: can they be designed? Chem. Soc. Rev. 37, 2699–2715. <https://doi.org/10.1039/B807346E>.

DU, X., ZHOU, J., GUVENCH, O., SANGIORGI, F.O., LI, X., ZHOU, N., XU, B., 2014. Supramolecular Hydrogelators and Hydrogels: From Soft Matter to Molecular Biomaterials | Chemical Reviews. Bioconjugate

Chemistry 25, 1031–1035.
<https://doi.org/10.1021/bc500187m>.

GALLARDO, V., MUÑOZ, M., RUÍZ, M.A., 2005.
Formulations of hydrogels and lipogels with vitamin E.
Journal of Cosmetic Dermatology 4, 187–192.
<https://doi.org/10.1111/j.1473-2165.2005.00310.x>.

GARCIA, R.K.A., GANDRA, K.M., BARRERA-ARELLANO, D., 2013. Development of a zero trans margarine from soybean-based interesterified fats formulated using artificial neural networks. Grasas y Aceites 64, 521–530. <https://doi.org/10.3989/gya.049113>.

GODOI, K. R. R. **Desenvolvimento e caracterização de organogéis a partir de óleo de soja com diferentes estruturantes lipídicos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2017.

GUNSTONE, Frank D.. Vegetable Oils. In: SHAHIDI, Fereidoon. Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects. 6. ed. New Jersey: Wiley Interscience, 2005. v.1. Cap. 6, p. 213-268.

IWANAGA, K., SUMIZAWA, T., MIYAZAKI, M., KAKEMI, M., 2010. Characterization of organogel as a novel oral

controlled release formulation for lipophilic compounds. *International Journal of Pharmaceutics* 388, 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.12.045>.

JORGE, N., SOARES, B.B.P., LUNARDI, V.M., MALACRIDA, C.R., 2005. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. *Química Nova* 28, 947–951. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600003>.

LAREDO, T., BARBUT, S., MARANGONI, A.G., 2011. Molecular interactions of polymer oleogelation. *Soft Matter* 7, 2734–2743. <https://doi.org/10.1039/C0SM00885K>.

LIM, P.F.C., LIU, X.Y., KANG, L., HO, P.C.L., CHAN, S.Y., 2008. Physicochemical effects of terpenes on organogel for transdermal drug delivery. *Int J Pharm* 358, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2008.02.021>.

LUKYANOVA, L., FRANCESCHI-MESSANT, S., VICENDO, P., PEREZ, E., RICO-LATTES, I., WEINKAMER, R., 2010. Preparation and evaluation of microporous organogel scaffolds for cell viability and proliferation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 79, 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2010.03.044>.

MARANGONI, A.G., GARTI, N., 2011. *Edible Oleogels: Structure and Health Implications*, 1st ed. Copyright © 2011 AOCS Press.

MARTINS, A.J., CERQUEIRA, M.A., FASOLIN, L.H., CUNHA, R.L., VICENTE, A.A., 2016. Beeswax organogels: Influence of gelator concentration and oil type in the gelation process. *Food Research International* 84, 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.035>.

MURDAN, S., 2005. Organogels in drug delivery. *Expert Opin Drug Deliv* 2, 489–505. <https://doi.org/10.1517/17425247.2.3.489>.

PAL, K., SINGH, V.K., ANIS, A., THAKUR, G., BHATTACHARYA, M.K., 2013. Hydrogel-Based Controlled Release Formulations: Designing Considerations, Characterization Techniques and Applications. *Polymer-Plastics Technology and Engineering* 52, 1391–1422. <https://doi.org/10.1080/03602559.2013.823996>.

PÉNZES, T., BLAZSÓ, G., AIGNER, Z., FALKAY, G., ERŐS, I., 2005. Topical absorption of piroxicam from organogels—in vitro and in vivo correlations. *International Journal of Pharmaceutics* 298, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2005.03.013>.

RAMIREZ-TORTOSA , C.; GRANADOS, S.; QUILES J.L. Chemical composition, types and characterization of olive oil. In: QUILES, J.L.; RAMIREZ-TORTON, C.; YAQOUB, P. (Ed.) *Olive oil and health*. London: CABI, 2006. cap. 2.

ROCHA, J. C. B. **Obtenção e caracterização de organogéis de óleo de soja preparados com cera de cana-de-açúcar e suas frações.** 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012.

ROGERS, M.A., KIM, J.H.J., 2011. Rheological assessment of the sol–gel transition for self-assembling low molecular weight gelators. *Food Research International* 44, 1447–1451.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.014>.

ROGERS, M.A., PEDERSEN, T., QUARONI, L., 2009a. Hydrogen-Bonding Density of Supramolecular Self-Assembled Fibrillar Networks Probed Using Synchrotron Infrared Spectromicroscopy. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cg900370g> (Acesso em 2.8.19).

ROGERS, M.A., WRIGHT, A.J., MARANGONI, A.G., 2009b. Nanostructuring fiber morphology and solvent inclusions in 12-hydroxystearic acid / canola oil organogels. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 14, 33–42.
<https://doi.org/10.1016/j.cocis.2008.02.004>.

SAGIRI, S.S., SINGH, V.K., BANERJEE, I., PRAMANIK, K., BASAK, P., PAL, K., 2015. Core–shell-type organogel–alginate hybrid microparticles: A controlled delivery vehicle. *Chemical Engineering Journal* 264, 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.11.032>.

SAHOO, S., KUMAR, N., BHATTACHARYA, C., SAGIRI, S.S., JAIN, K., PAL, K., RAY, S., NAYKA, B., 2012. Organogels: Properties and Applications in Drug Delivery. *Designed Monomers and Polymers* 14, 95–108. <https://doi.org/10.1163/138577211X555721>.

SILVA, R.C. DA, MARTINI SOARES, F.A.S.D., MARUYAMA, J.M., DAGOSTINHO, N.R., SILVA, Y.A., RACT, J.N.R., GIOIELLI, L.A., 2016. Microscopic approach of the crystallization of tripalmitin and tristearin by microscopy. *Chemistry and Physics of Lipids* 198, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2016.04.004>.

SINGH, V.K., PAL, K., PRADHAN, D.K., PRAMANIK, K., 2013. Castor oil and sorbitan monopalmitate based organogel as a probable matrix for controlled drug delivery. *Journal of Applied Polymer Science* 130, 1503–1515. <https://doi.org/10.1002/app.39315>.

VALOPPI, F., CALLIGARIS, S., BARBA, L., ŠEGATIN, N., ULRIH, N.P., NICOLI, M.C., 2017. Influence of oil type on formation, structure, thermal, and physical properties of monoglyceride-based organogel. *European Journal*.

of.Lipid Science and Technology 119, 1500549.
<https://doi.org/10.1002/ejlt.201500549>.

XIAO HUANG, †, PIERRE TERECH, ‡, SRINIVASA R. RAGHAVAN, §. AND, RICHARD G. WEISS*, †, 2005.
Kinetics of 5 α -Cholestan-3 β -yl N-(2-Naphthyl)carbamate/n-Alkane Organogel Formation and Its Influence on the Fibrillar Networks. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja0426544> (Acesso 2.8.19).