

# DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MISTURAS LIPÍDICAS OBTIDAS A PARTIR DOS ÓLEOS DA MACAÚBA

Palavras-Chave: Óleo da Polpa de Macaúba, Composição em Triacilgliceróis, Perfil de Sólidos

Autoras:

LETÍCIA PILLON D'ALOIA, FEA – UNICAMP

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANA PAULA BADAN RIBEIRO (orientadora), FEA - UNICAMP

## INTRODUÇÃO:

Óleos e gorduras são ingredientes fundamentais na indústria de alimentos, pois influenciam diretamente na textura, estabilidade e nas características sensoriais dos produtos (Liu *et al.*, 2024). Para atender às diferentes demandas tecnológicas, esses lipídios podem ter suas propriedades modificadas por processos como mistura, hidrogenação, fracionamento e interesterificação (Lee e Wang, 2022). Dentre esses métodos, a mistura destaca-se por sua simplicidade e é considerada uma alternativa viável à hidrogenação parcial, permitindo a formulação de gorduras a partir da combinação de óleos insaturados juntamente com fontes mais saturadas, como os óleos totalmente hidrogenados (*hardfats*), que são obtidos por hidrogenação total e isentos de ácidos graxos trans (Hashempour-Baltork *et al.*, 2016). Nesse contexto, a macaúba (*Acrocomia aculeata*) destaca-se como uma fonte lipídica estratégica, uma palmeira oleaginosa nativa do Brasil, com grande potencial industrial. Trata-se de uma espécie com alta adaptabilidade a diferentes condições climáticas, incluindo regiões subtropicais e semiáridas (Río *et al.*, 2016), além de uma elevada produtividade em óleo, estimada entre 1.500 e 5.000 kg/hectare/ano, o que confere à macaúba um alto potencial de aplicação nas indústrias alimentícia, cosmética e também uma alternativa na produção de biodiesel (Santin *et al.*, 2017; Río *et al.*, 2016). A partir da macaúba, extrai-se o óleo tanto da polpa quanto da amêndoa, com teores lipídicos de até 75% e 65%, respectivamente (Colombo *et al.*, 2018). Apesar de seu potencial, o uso de *hardfats* derivados dos óleos da macaúba ainda é inédito, o que reforça a importância de estudos voltados ao desenvolvimento de novas aplicações tecnológicas. Dessa forma, o objetivo deste projeto foi obter e caracterizar misturas binárias compostas por óleo de polpa de macaúba totalmente hidrogenado, combinado com óleo de polpa e óleo de amêndoa de macaúba.

## METODOLOGIA:

### Obtenção das misturas lipídicas

Os óleos brutos de amêndoa e polpa de macaúba foram fornecidos pela empresa S.Oleum (João Pinheiro, MG) e submetidos a processos industriais de refino (Ercitec, Bauru, SP) e hidrogenação total (Cargill, Itumbiara, GO) para obtenção dos óleos utilizados no estudo. Foram produzidos o **óleo da amêndoa da macaúba (OAM)**, o **óleo da polpa da macaúba (OPM)** e o **óleo da polpa de macaúba totalmente hidrogenada (OPMTH)**. Essas matérias-primas foram então fundidas e fez-se o preparo das misturas binárias para ambos os sistemas (OPMTH:OPM e OPMTH:OAM) conforme as proporções: 100:0, 75:25, 50:50; 25:75 e 0:100.

### Caracterização das matérias-primas e suas misturas

**Composição em ácidos graxos**, por cromatografia gasosa com coluna capilar, segundo os métodos de Hartman e Lago (1973) e AOCS Ce 2-66 (2009); **Composição em triacilgliceróis (TAGs)**, também por cromatografia gasosa, com identificação dos grupos por comparação dos tempos de retenção, conforme Antoniosi Filho, Mendes e Lanças (1995) e segundo AOCS Ce-5-86 (2009); e **Conteúdo de gordura sólida (SFC)**, através do Espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear (RMN), segundo o método AOCS Cd 16b-93 (2009), com temperatura para gorduras não estabilizadas. O ponto de fusão (PF) foi calculado para a temperatura correspondente ao teor de sólidos igual a 4% obtido da curva de sólidos por RMN (Ribeiro *et al.*, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

### Composição em Ácidos Graxos

A caracterização em ácidos graxos obtida para as matérias-primas e para as misturas está apresentada na Tabela 1.

Ácido Graxo	Sistema OPMTH:OPM					Sistema OPMTH:OAM			
	100 OPMTH	75 OPMTH: 25 OPM	50 OPMTH: 50 OPM	25 OPMTH: 75 OPM	100 OPM	75 OPMTH: 25 OAM	50 OPMTH: 50 OAM	25 OPMTH: 75 OAM	100 OAM
C8:0	-	-	-	-	-	1,56	3,12	4,68	6,24
C10:0	-	-	-	-	-	1,12	2,24	3,36	4,48
C12:0	0,48	0,38	0,28	0,18	0,08	9,68	<b>18,89</b>	<b>28,09</b>	<b>37,29</b>
C14:0	0,35	0,29	0,23	0,18	0,12	2,79	5,23	7,67	10,12
C16:0	<b>23,65</b>	<b>22,49</b>	<b>21,32</b>	<b>20,15</b>	<b>18,98</b>	<b>19,85</b>	<b>16,06</b>	<b>12,26</b>	8,46
C16:1	0,5	1,46	2,42	3,39	4,35	0,42	0,35	0,27	0,19
C17:0	0,17	0,14	0,11	0,08	0,06	0,13	0,09	0,04	-
C17:1	-	0,03	0,06	0,09	0,12	-	-	-	-
C18:0	<b>68,16</b>	<b>51,68</b>	<b>35,2</b>	<b>18,72</b>	2,24	<b>52,01</b>	<b>35,86</b>	<b>19,71</b>	3,55
C18:1	3,53	<b>16,61</b>	<b>29,68</b>	<b>42,75</b>	<b>55,82</b>	9,1	<b>14,66</b>	<b>20,23</b>	<b>25,79</b>
C18:2	2,31	5,95	9,58	<b>13,22</b>	<b>16,86</b>	2,66	3,01	3,36	3,72
C18:3	0,52	0,7	0,87	1,05	1,22	0,39	0,26	0,13	-
C20:0	0,32	0,28	0,24	0,2	0,16	0,28	0,24	0,2	0,17
<b>Σ Saturados</b>	93,14	75,51	57,88	40,26	21,63	87,43	81,72	76,01	70,3
<b>Σ Insaturados</b>	6,86	24,74	42,62	60,49	78,37	12,57	18,28	23,99	29,7

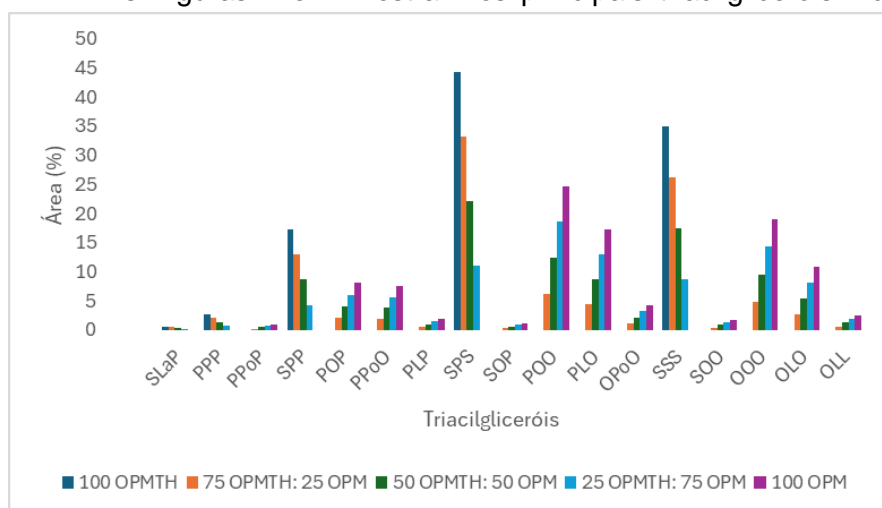
O 100 OPM apresentou predominância de ácidos graxos insaturados, especialmente o ácido oleico (55,82%), seguido do ácido linoleico (17%). Entre os ácidos graxos saturados, o principal foi o ácido palmítico (18,98%). Em contraste, o 100 OAM apresentou alto teor de ácidos graxos saturados

(cerca de 70%), com destaque para o ácido láurico (37,29%), além de 25,79% de ácido oleico entre os insaturados. O OPMTH mostrou 93,13% de ácidos graxos saturados, sendo o ácido esteárico (68,16%) o predominante, seguido do ácido palmítico (23,65%). Esses resultados reforçam a diferença na composição dos óleos avaliados, com o OAM e OPMTH mais saturados em comparação ao OPM.

A composição em ácidos graxos das misturas foi calculada a partir das matérias-primas, com variações proporcionais nos teores do OAM, OPM e OPMTH. Nota-se que todas as misturas apresentaram mais que 12% de ácido palmítico, com destaque para as amostras 75 OPMTH: 25 OPM e 50 OPMTH: 50 OPM que possuem alto teor de OPMTH. O teor de ácido esteárico também foi elevado, especialmente nas amostras 75 OPMTH: 25 OPM e 75 OPMTH: 25 OAM. Já o ácido oleico foi predominante nas amostras com maior proporção de OPM, enquanto o ácido láurico foi mais abundante nas amostras com alto teor de OAM.

### Composição em Triacilgliceróis

As Figuras 1 e 2 mostram os principais triacilgliceróis individuais que compõem os diversos grupos para as matérias-primas e suas misturas. A análise da

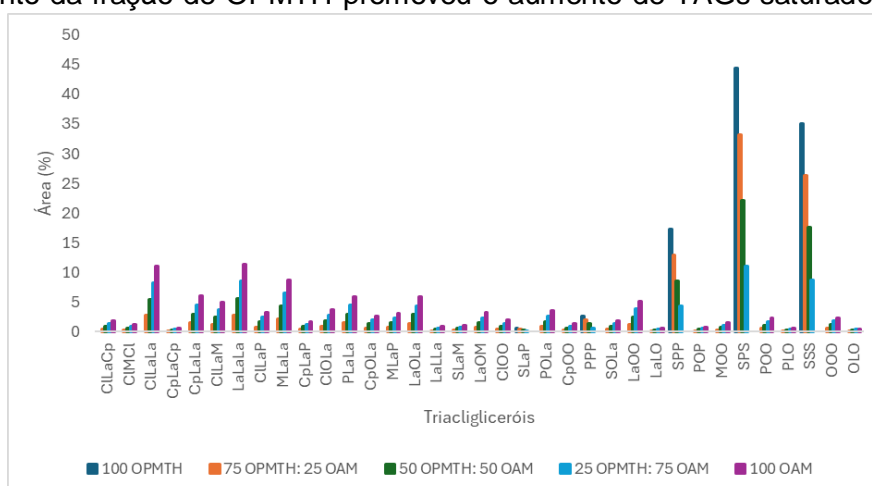


análise da composição de triacilgliceróis (TAG) revelou que os principais TAGs no 100 OPM foram POO, OOO e PLO, enquanto no 100 OAM destacaram-se os TAGs láuricos LaLaLa, CILaLa e MLaLa.

Na amostra totalmente hidrogenada (100 OPMTH), predominaram TAGs saturados,

**Figura 1** – Composição em Triacilgliceróis do sistema OPMTH:OPM.

como SPS, SSS e SPP, que juntos representaram mais de 96% do total de TAGs dessa amostra. Nas misturas, observou-se que o aumento da fração de OPMTH promoveu o aumento de TAGs saturados (SPS, SSS e SPP), enquanto a redução de *hardfat* resultou em maior proporção de TAGs insaturados (POO, OOO e PLO). Já nas amostras com maior proporção de OAM, destacaram-se TAGs láuricos e de cadeia média, refletindo a alta concentração de ácido láurico nesse óleo.



**Figura 2** – Composição em Triacilgliceróis do sistema OPMTH:OAM.

Na Tabela 2 estão apresentadas as classes triacilglicerólicas para as misturas e matérias-primas. Nas misturas analisadas, a concentração de triacilgliceróis trissaturados (SSS) aumentou proporcionalmente ao teor de OPMTH. As maiores quantidades de SSS foram observadas nas amostras com 50% e 25% de OAM, em função do elevado teor de ácido láurico nesse óleo. Tanto o 100 OPMTH quanto o 100 OAM apresentaram predominância de SSS, sendo que o OPMTH, por ser totalmente hidrogenado, apresentou 100% de TAGs SSS.

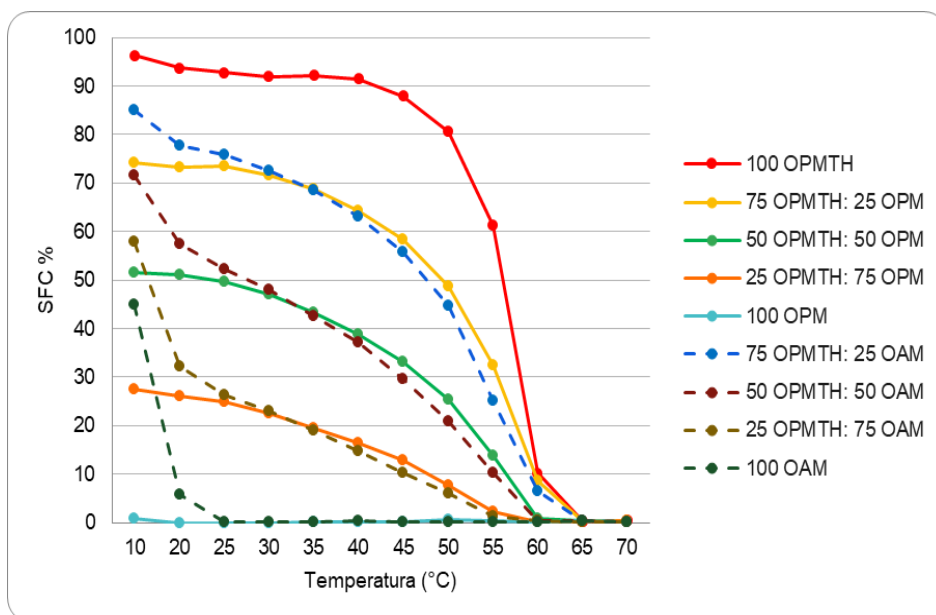
### Conteúdo de Gordura Sólida (SFC)

Essas diferenças na composição triacilglicerólica refletem diretamente no perfil de sólidos e no ponto de fusão das misturas, conforme apresentado na Figura 3 e na Tabela 2.

As curvas de sólidos mostraram um comportamento semelhante entre pares de misturas com a mesma proporção de *hardfat*, sendo a diferença atribuída ao tipo de óleo presente.

Misturas	Triacilgliceróis				PF (°C)
	SSS	SUS	SUU	UUU	
100 OPMTH	100	0	0	0	63,5
75 OPMTH: 25 OPM	75	3,03	12,82	9,15	62,5
50 OPMTH: 50 OPM	50	6,06	25,64	18,3	59,0
25 OPMTH: 75 OPM	25	9,1	38,46	27,44	53,7
100 OPM	0	12,13	51,28	36,59	Líquida
75 OPMTH: 25 OAM	90,26	6,91	2,09	0,73	62,4
50 OPMTH: 50 OAM	80,52	13,83	4,18	1,47	58,0
25 OPMTH: 75 OAM	70,79	20,74	6,28	2,2	52,5
100 OAM	61,05	27,65	8,37	2,93	21,5

**Legenda:** SSS-Trissaturados; SUS-Dissaturados; SUU-Monossaturados; UUU-Triinsaturados.



**Figura 3** – Perfil de Sólidos para as misturas OPMTH:OPM e OPMTH:OAM para o método para gorduras não estabilizadas.

Por exemplo, em temperaturas abaixo de 30 °C, o sistema OPMTH:OAM apresentou maior teor de sólidos; acima de 30 °C, o sistema OPMTH:OPM apresentou os maiores valores. Verificou-se também que o ponto de fusão variou conforme a composição lipídica: o 100 OAM, rico em TAGs SSS, iniciou sua fusão a 21,5°C, enquanto o 100 OPM não chegou a atingir 4% de sólidos e manteve-se líquido em todas as temperaturas analisadas. As misturas com maior proporção de OPMTH (75%) apresentaram fusão completa a 65 °C, enquanto as misturas com 50% e 25% de OPMTH fundiram-se por completo a 60 °C. O 100 OPMTH mostrou os maiores teores de sólidos, com início do decréscimo deste teor a partir de 40°C, condizente com o perfil característico de um *hardfat*.

## CONCLUSÕES:

O aumento da fração de OPMTH implicou em maiores concentrações de ácido esteárico e palmítico, e de TAGs SSS, aumentando assim o ponto de fusão e o conteúdo de sólidos. Já o OPM e o OAM contribuíram com ácidos graxos específicos (oleico e láurico, respectivamente) nas misturas.

---

## BIBLIOGRAFIA

- ANTONIOSI FILHO, N. R.; MENDES, M. F.; LANÇAS, F. M. **Composição de triacilgliceróis por CG: desenvolvimento de métodos.** *Química Nova*, v. 18, n. 6, p. 631–636, 1995.
- AOCS – AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS.** 6. ed. Champaign: AOCS Press, 2009.
- COLOMBO, C. A.; BERTON, L. H. C.; DIAZ, B. G.; FERRARI, R. A. **Macaúba: a promising tropical palm for the production of vegetable oil.** *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, v. 25, n. 1, p. D108, 24 ago. 2017.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. **Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids.** *Laboratory Practice*, v. 22, n. 6, p. 475–476, 1973.
- HASHEMPOUR-BALTORK, F.; TORBATI, M.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; SAVAGE, G. P. **Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects.** *Trends in Food Science & Technology*, v. 57, p. 52–58, 2016.
- LEE, W. J.; WANG, Y. **Blending, hydrogenation, fractionation and interesterification processing.** *Recent Advances in Edible Fats and Oils Technology*. Singapore: Springer, 2022. p. 189–234. ISBN 9789811651120.
- LIU, L.; GAO, Z.; CHEN, G.; YAO, J.; ZHANG, X.; QIU, X.; LIU, L. **A comprehensive review: Impact of oleogel application on food texture and sensory properties.** *Food Science & Nutrition*, 12, 3849–3862. 2024.
- RIBEIRO, A. P. B.; GRIMALDI, R.; GIOIELLI, L. A.; GONÇALVES, L. A. G. **Physicochemical and crystallization properties of trans-free margarines produced with palm stearin and palm olein.** *Food Research International*, v. 42, n. 10, p. 1281–1286, 2009.
- RÍO, J. C. D.; EVARISTO, A. B.; MARQUES, G.; MARTÍN-RAMOS, P.; MARTÍN GIL, J.; GUTIÉRREZ, A. **Chemical composition and thermal behavior of the pulp and kernel oils from macauba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit.** *Industrial Crops and Products*, v. 84, p. 294-304, 2016.
- SANTIN, C. M. T.; MICHELIN, S.; SCHERER, R. P.; VALÉRIO, A.; DI LUCCIO, M.; OLIVEIRA, D.; OLIVEIRA, J. V. **Comparison of macauba and soybean oils as substrates for the enzymatic biodiesel production in ultrasound-assisted system.** *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 35, p. 525–528, 2017.