

ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS: COMPOSIÇÃO E TECNOLOGIA

Luiz Antonio Gioielli*

Resumo: O trabalho apresenta revisão bibliográfica sobre a composição química de óleos e gorduras vegetais, incluindo a classificação de lipídeos, as notações empregadas, os principais ácidos graxos saturados e insaturados e o teor em óleo de matérias-primas vegetais. São ainda enfocados aspectos de produção comercial mundial e brasileira. São apresentados esquemas básicos de processamento industrial, incluindo a preparação da matéria-prima, a extração do óleo bruto e os métodos de refinação e modificação.

1. Introdução

Lipídeos são substâncias insolúveis em água, menos densas que ela, solúveis em solventes orgânicos e formados por cadeias carbônicas longas, estando presentes em organismos vivos ou sendo obtidos deles.

Recebem as denominações de óleo, quando líquidos à temperatura ambiente, ou gordura, quando sólidos à mesma temperatura (20°C). Podem ainda ser denominados como azeite, quando provenientes da polpa de frutos (de oliva, de dendê), ou como manteiga, termo reservado para certas gorduras vegetais (de cacau, "shea", "illipé", "karité") (BRASIL, 1989; BELITZ & GROSCH, 1987; SONNTAG, 1979; GUNSTONE & NORRIS, 1983a).

Os óleos e gorduras desempenham importantes funções (COENEN, 1974; HARTMAN & ESTEVES, 1982; GUNSTONE & NORRIS, 1983; DZIEZAK, 1989):

* Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo - Caixa Postal 66083 - CEP 05315-970 - São Paulo - SP (e-mail: lagio@usp.br)

- São compostos de armazenamento em vegetais e animais
- São componentes estruturais em membranas celulares
- São precursores de hormônios e ácidos biliares
- Participam como fonte calórica na dieta (9 kcal/g)
- Fornecem componentes nutricionais específicos, como os ácidos graxos essenciais
- São fontes e veículos de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K)
- São precursores de moduladores celulares como prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos
- Exercem ação lubrificante

2. Composição e produção

Os lipídeos podem ser classificados como simples, compostos ou complexos e derivados, conforme apresentado na Tabela 1 (NAWAR, 1985).

Os óleos e gorduras naturais são compostos principalmente por triacilgliceróis, que são formados pela esterificação completa do glicerol com ácidos graxos (GIOIELLI et al., 1982, 1983a, 1983b, 1984; SCHUCH et al., 1983, 1984a). Em óleos brutos, os triacilgliceróis representam normalmente 95-97% do total, enquanto que óleos refinados podem conter mais de 99% (DARCE, 1983). Desse modo, os triacilgliceróis formam a classe mais significativa de lipídeos de armazenamento em vegetais e na maioria dos animais (GUNSTONE & NORRIS, 1983a).

As demais substâncias presentes em óleos e gorduras são denominadas componentes menores (HOFFMANN, 1989). A chamada fração insaponificável corresponde ao material constituído principalmente de esteróis, hidrocarbonetos, álcoois graxos, tocoferóis e corantes, extraível com solvente orgânico após saponificação da gordura (ROSSELL, 1986).

Conforme observado na Tabela 1, os ácidos graxos são os principais componentes dos óleos e gorduras. São ácidos carboxílicos de cadeia longa, podendo ser saturados (Tabela 2) ou insaturados (Tabela 3) (SONNTAG, 1979; BELITZ & GROSCH, 1987).

Os ácidos graxos naturais, saturados ou insaturados, são normalmente compostos de cadeia reta com número par de átomos de carbono na molécula (ácidos ímpares, ramificados e cíclicos também existem). Os ácidos mono-insaturados usualmente contém a dupla ligação na conformação cis, presente em algumas posições preferidas (ácidos trans também são conhecidos). A maioria dos ácidos poli-insaturados tem 2 a 6 duplas ligações dispostas em padrão metileno-interrompido (ácidos com

insaturações conjugadas e outras disposições também existem). Ácidos graxos substituídos não são comuns, mas são conhecidos ácidos hidróxi, oxo ou epóxi (GUNSTONE & NORRIS, 1983a).

Os ácidos graxos essenciais (linoléico, linolênico e araquidônico) não são sintetizados em organismos animais, devendo ser fornecidos pela alimentação (HOFFMANN, 1989; GUNSTONE & NORRIS, 1983).

Em função do ácido graxo principal em sua composição, os óleos e gorduras vegetais são divididos em categorias, conforme mostra a Tabela 4 (LANGSTRAAT, 1976).

A produção mundial de óleos e gorduras vegetais em 1994 é apresentada na Tabela 5 (ANÔNIMO, 1995), alcançando 67,843 milhões de toneladas. No período 1988 a 1992 o óleo de soja representou 20% do mercado mundial de óleos e gorduras, seguido pelos óleos de palma e caroço de palma (15%). Todos os demais óleos e gorduras vegetais representaram 40%, enquanto as gorduras animais foram responsáveis por 25%. Para o período 1998-2002, é previsto que os óleos de palma e caroço de palma serão os principais no mercado mundial, representando 21%, seguidos pelo óleo de soja, com 19%. Todos os demais óleos vegetais deverão representar 39%, enquanto que as gorduras animais serão responsáveis por 21% (ANÔNIMO, 1992a).

A produção brasileira anual de óleos vegetais é de, aproximadamente, 3,5 milhões de toneladas, enquanto o consumo doméstico é ao redor de 2,5 milhões de toneladas ao ano. O óleo de soja responde por cerca de 95% do consumo total, sendo também produzidos os óleos de algodão, amendoim, caroço de palma, rícino, girassol, milho, canola, palma e gordura de babaçu (HAUMANN et al., 1995). A flora brasileira ainda apresenta grande potencial lipídico, incluindo diversas fontes de óleos e gorduras, como licuri, oiticica, ucuuba, pequi, cupuaçu e baguaçu (OLIVEIRA et al., 1996). Estes óleos e gorduras podem apresentar uso alimentício ou serem empregados em formulações farmacêuticas e cosméticas.

Considerando a composição em ácidos graxos dos principais óleos e gorduras vegetais e animais utilizados na alimentação, são apresentadas as Figuras 1, 2 e 3 (DZIEZAK, 1989; GIESE, 1996). Na Figura 1, os óleos e gorduras são representados em ordem crescente de ácidos graxos saturados em sua composição. Levando em conta que os ácidos graxos saturados favorecem o aumento no nível de colesterol sanguíneo, um dos fatores de risco na aterosclerose, o óleo de canola seria o mais indicado. Na Figura 2, os mesmos óleos e gorduras são apresentados em ordem decrescente de ácidos graxos poli-insaturados. Levando em consi-

deração que os poli-insaturados ajudam a diminuir o nível de colesterol sanguíneo (incluindo as lipoproteínas de baixa densidade - LDL e de alta densidade - HDL), o óleo de açafrão seria o mais indicado. Na Figura 3, os mesmos óleos e gorduras são mostrados em ordem decrescente de ácidos graxos mono-insaturados (principalmente o ácido oléico). Considerando que os ácidos graxos mono-insaturados ajudam a reduzir o nível de lipoproteínas de baixa densidade (LDL - o chamado "colesterol mau", que é responsável por 60-80% do transporte do colesterol plasmático, podendo depositar nas paredes arteriais provocando aterosclerose), mas mantém o nível de lipoproteínas de alta densidade (HDL - o chamado "colesterol bom", que ajuda a retirar o excesso de colesterol da circulação sanguínea), o azeite de oliva seria o mais indicado. Esta é uma das bases da denominada "dieta mediterrânea", considerada recomendável atualmente (MARSIC & YODICE, 1992; BAUR, 1995).

Na notação química (apresentada nas Tabelas 2 e 3) os ácidos graxos são representados, no modo resumido, pelo número de átomos de carbono da molécula, seguido pelo número de duplas ligações da cadeia carbônica, estando entre parêntesis a posição das duplas ligações, contando a partir do grupo carboxila. Outra forma de representar de modo resumido os ácidos graxos, em estudos bioquímicos e de nutrição, é citar a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo $-CH_2$ terminal da molécula e assumindo que as demais duplas ligações estão em padrão metileno-interrompido e na conformação cis. Dessa forma, os ácidos graxos podem ser divididos em famílias como n-9 ou w-9 (oléico - 18:1, eicosatrienóico - 20:3, erúcico - 22:1, nervônico - 24:1), n-6 ou w-6 (linoléico - 18:2, gama-linolênico - 18:3, homo-gama-linolênico - 20:3, araquidônico - 20:4) e n-3 ou w-3 (alfa-linolênico - 18:3, eicosapentaenóico - 20:5, docosahexaenóico - 22:6) (BELITZ & GROSCHE, 1987a; GUNSTONE & NORRIS, 1983a). A Tabela 6 apresenta as categorias de óleos e gorduras em função dos ácidos graxos n-9, n-6 e n-3 (KENNEDY, 1991).

Para o processamento industrial, visando a obtenção de óleos e gorduras para uso alimentício, as matérias-primas (sementes, polpas de frutos, tecidos animais) devem seguir determinados requisitos (HARTMAN & ESTEVES, 1982). Para que o processamento seja considerado viável economicamente, o teor de óleo ou gordura mínimo na matéria-prima deve ser ao redor de 15%. Os óleos e gorduras ocorrem em sementes oleaginosas (18-70%), polpas de frutos (30-58%), tecidos animais (60-90%) e peixes (10-20%) (GUNSTONE & NORRIS, 1983b). A Tabela 7 apresenta o teor em óleo das principais matérias-primas vegetais

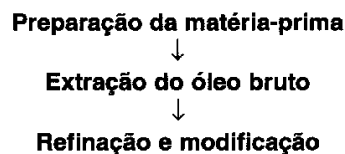
(GUNSTONE & NORRIS, 1983b; NORRIS, 1982). O sub-produto da extração, comumente denominado torta ou farelo, também deve ter aplicação comercial, sendo normalmente empregado como ração animal. Visto que o processamento industrial é conduzido com grandes quantidades, as matérias-primas devem ser disponíveis em larga escala. Isto torna o segmento de óleos e gorduras caracterizado pela operação de oligopólios, onde poucos produtores são responsáveis por grandes volumes de produção (PELAEZ-ALVAREZ et al., 1991).

Conforme pode ser observado na Tabela 5, os óleos e gorduras obtidos de sementes são os mais produzidos. A produção mundial de sementes oleaginosas nos períodos 1991-1992 e 1992-1993 é apresentada na Tabela 8 (ANÔNIMO, 1992)

A produção brasileira de soja é ao redor de 25 milhões de toneladas ao ano, ocupando área equivalente a 11,5 milhões de hectares. A capacidade instalada para esmagamento de sementes é de 29,7 milhões de toneladas, baseada em 300 dias de processamento por temporada (HAUMANN et al., 1995).

3. Processamento industrial

O processamento industrial de óleos e gorduras pode ser apresentado de modo simplificado nas seguintes fases:



Cada fase, por sua vez, é constituída de diversas etapas e o conjunto de todas as operações permite a obtenção do produto final, que pode estar na forma de óleo, gordura ou emulsão.

Os fluxogramas correspondentes à cada fase são apresentados nas Figuras 4, 5 e 6.

4. Extração do óleo bruto

Como regra geral, sementes oleaginosas e outros materiais gordurosos com menores teores de óleo (< 20-25%) são extraídos diretamente por solvente. Os materiais com maiores teores de óleo (> 25%) são pré-

prensados, obtendo-se tortas com 10-15% de óleo, que posteriormente são extraídas por solvente (HOFFMANN, 1989a).

As seguintes denominações são normalmente empregadas:

- Torta: é o sub-produto na extração do óleo por prensagem
- Farelo: é o sub-produto na extração do óleo por solvente
- Solvente: líquido utilizado na extração
- Micela: mistura do óleo extraído com o solvente orgânico

4.1. Extração por prensagem

A extração por prensagem é conduzida em prensas contínuas tipo parafuso, em que o eixo helicoidal gira num cesto composto por barras de aço espaçadas, por onde sai o óleo. A pressão inicial é de 300-400 kg/cm², aumentando gradativamente até a pressão final de 1000-1400 kg/cm². A capacidade de prensas em operações de pré-prensagem varia de 100 a 460 toneladas/dia (GUNSTONE & NORRIS, 1983b). Quanto menor o teor de óleo residual deixado na torta, maior a potência necessária (em kWh/ t semente) e menor a capacidade (em t semente/dia) (BERNARDINI, 1985b).

4.2. Extração por solvente

Pela utilização de um solvente orgânico, o farelo obtido apresenta teor de óleo muito baixo, normalmente inferior a 1%. O solvente é recuperado da micela e do farelo e volta novamente ao circuito de extração.

O solvente mais utilizado é um hidrocarboneto de petróleo leve, chamado hexana, contendo cerca de 45-90% de n-hexano e o restante sendo constituído por 2- e 3-metil-pentano, 2,3-dimetil-butano, metil-ciclopentano e ciclohexano. A faixa de ebulição é de 63-69°C e este solvente preenche a maioria dos critérios, exceto inflamabilidade e explosividade (HOFFMANN, 1989a).

Outros solventes podem ser empregados, como tricloroetileno, etanol, acetona, azeótropos de isopropanol e etanol, misturas de álcoois com hexano e acetona. O uso de gases supercríticos, como CO₂ liquefeito (pressão crítica 72,9 bar, temperatura crítica 31,3°C, ponto de ebulição -78,5°C a 1 atm), como solventes não inflamáveis para a extração de óleos de sementes está em fase experimental de planta piloto. As altas pressões (200-350 atm) necessárias para conseguir razoável solubilidade do óleo no CO₂ líquido exigem instalações de alto custo. Devido a isso, é duvidoso se o método será competitivo, apesar de muitas vantagens, com

os outros solventes normais de extração (HOFFMANN, 1989a; BARUFFALDI et al., 1980a).

O princípio utilizado nos processos de extração é de contra-corrente. A extração do material contendo maior teor de óleo inicia com micelas mais concentradas, que são substituídas por micelas mais diluídas à medida que o teor de óleo no material diminui. Finalmente, quando o teor de óleo for muito baixo, emprega-se o solvente puro, que vai retirar os últimos resíduos possíveis de óleo, deixando o farelo com 0,5-0,6% de óleo. A micela final que deixa os extratores contém 20-35% de óleo (NORRIS, 1982; GUNSTONE & NORRIS, 1983b).

Os extratores comerciais normalmente operam pela percolação da micela e solvente através da massa oleaginosa, produzindo uma micela com conteúdo mínimo de partículas sólidas. A capacidade pode atingir 4.000 toneladas de material extraído/dia, em sistemas contínuos ou semi-contínuos (HOFFMANN, 1989a).

O solvente é recuperado por destilação da micela, por dessolventização do farelo e a partir da mistura incondensável formada com o ar (por refrigeração ou passagem por colunas de absorção com óleo mineral) (HARTMAN & ESTEVES, 1982a).

A destilação da micela é realizada sob pressão reduzida, obtendo-se o óleo bruto, que é misturado ao óleo proveniente da extração por prensagem. O nível de hexano residual no óleo deve ser menor que 500 mg/kg (HOFFMANN, 1989a).

A destilação da micela e a dessolventização do farelo são as etapas do processo total de extração de maior consumo de energia (HOFFMANN, 1989a).

5. Refinação

A refinação do óleo bruto tem a finalidade de remover os componentes indesejáveis com o mínimo dano ao óleo neutro e tocoferóis e com a menor perda possível de óleo. Entre os componentes presentes, os ácidos graxos livres, fosfolípidos e certos corantes são indesejáveis, tornando o óleo escuro, susceptível à formação de espuma e fumaça no aquecimento e sujeito à precipitação de material sólido quando o óleo é aquecido durante as etapas do processamento. Por outro lado, os tocoferóis são geralmente desejáveis, em função de sua atividade antioxidante, enquanto os esteróis são relativamente inertes (GUNSTONE & NORRIS, 1983c).

6. Métodos de modificação de óleos e gorduras

Para atender às diversas aplicações comerciais, os óleos e gorduras devem respeitar exigências específicas para cada caso. Estas, nem sempre podem ser satisfeitas por produtos obtidos da natureza ou por aqueles cujas fontes naturais são mal aproveitadas ou existem em pequena quantidade, sendo exemplos típicos a gordura de cacau e a manteiga derivada do leite.

Para suprir essas necessidades do mercado e para fornecer produtos uniformes a partir de matérias-primas variáveis, técnicas de modificação de óleos e gorduras permitem maior flexibilidade de escolha da matéria-prima e ajudam a equilibrar as tendências entre disponibilidade local e demanda. Esta tecnologia traz também vantagens aos consumidores, pois permite a fabricação de produtos de qualidade constante a preços razoáveis (COENEN, 1974; HOFFMANN, 1989c; GIOIELLI, 1986).

No estágio atual, esses métodos estão tão firmemente estabelecidos e são aplicados em escala tão grande que seria praticamente impossível atender aos padrões de mercado sem o uso de técnicas de modificação.

Os métodos de modificação de óleos e gorduras podem ser divididos em três níveis de intensidade das alterações produzidas (COENEN, 1974).

No primeiro nível, representado pelo fracionamento, tanto os ácidos graxos como os triacilgliceróis permanecem inalterados. É uma separação física entre frações (sólida e líquida), obtida normalmente por cristalização parcial (HOFFMANN, 1989c).

No nível intermediário, representado pela interesterificação, os ácidos graxos permanecem inalterados, mas são redistribuídos nas ligações éster, criando novas estruturas.

A interesterificação, por sua vez, compreende três processos (CLAUSS, 1996; ROZENAAL, 1992; SONNTAG, 1982; GIOIELLI & BARUFFALDI, 1987; GIOIELLI & BARUFFALDI, 1988; GIOIELLI et al., 1994):

- Acidólise: intercâmbio entre uma gordura e ácidos graxos livres. Como exemplo, introdução de ácidos graxos de baixo peso molecular em gordura com ácidos graxos maiores.

- Alcoólise: intercâmbio entre uma gordura e um álcool. Como exemplo, com glicerol, para produzir mono e diacilgliceróis (emulsificantes) ou com metanol, para produzir ésteres metílicos (combustível).

- Transesterificação: rearranjo dos ácidos graxos em triacilgliceróis, ao acaso, até a obtenção do equilíbrio (randomização), alterando as propriedades físicas e químicas dos óleos e gorduras, com aplicações em margarinas e substitutos da manteiga de cacau.

No terceiro nível, representado pela hidrogenação, as ligações éster nos triacilgliceróis não se alteram, mas os ácidos graxos são modificados por saturação, isomerização espacial (cis-trans) ou de posição (mudança de posição das duplas ligações ao longo da cadeia). É o método de modificação mais versátil e o mais empregado comercialmente (HAUMANN, 1994).

Tabela 1. Classificação de lipídeos

Simples	
Acilgliceróis	glicerol + ácidos graxos
Ceras	álcool graxo + ácidos graxos
Compostos ou complexos	
Fosfoacilgliceróis	glicerol + ácidos graxos + fosfato + grupo contendo nitrogênio
Esfingomielinas	esfingosina + ácidos graxos + fosfato + colina
Cerebrósidos	esfingosina + ácidos graxos + açúcar simples (galactose, glicose)
Gangliósidos	esfingosina + ácidos graxos + carboidrato complexo
Ésteres de esteroil	esteroil + ácidos graxos
Derivados	
	Carotenóides
	Esteróides
	Vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K)
	Hidrocarbonetos

Tabela 2. Ácidos graxos saturados

Ácido graxo	Nome comum	Nome químico	Ponto de fusão (°C)
4:0	butírico	butanóico	-5,3
6:0	capríco	hexanóico	-3,2
8:0	caprílico	octanóico	16,5
10:0	cáprico	decanóico	31,6
12:0	láurico	dodecanóico	44,8
14:0	mirístico	tetradecanóico	54,4
16:0	palmítico	hexadecanóico	62,9
18:0	esteárico	octadecanóico	70,1
20:0	araquídico	elcosanóico	76,1
22:0	beênico	docosanóico	80,0
24:0	lignocérico	tetracosanóico	84,2
26:0	cerótico	hexacosanóico	87,7

Tabela 3. Ácidos graxos insaturados

Ácido graxo	Nome comum	Nome químico	Ponto de fusão (°C)
12:1 (9)	lauroléico	9-dodecenóico	
14:1 (9)	miristoléico	9-tetradecenóico	-4,0
16:1 (9)	palmitoléico	9-hexadecenóico	0,0
18:1 (9)	oléico	9-octadecenóico	16,3
18:2 (9,12)	linoléico	9,12 octadecadienóico	-5,0
18:3 (9,12,15)	linolênico	9,12,15 octadecatrienóico	-11,0
20:1 (9)	gadoléico	9-eicosenóico	25,0
20:4 (5,8,11,14)	araquidônio	5,8,11,14 eicosatetraenóico	-49,5
22:1 (13)	erúico	13-docosenóico	33,5
24:1 (15)	nervônico	15-tetracosenóico	41,0

Tabela 4. Categorias de óleos e gorduras vegetais

Ácido graxo principal	Óleo / Gordura
Láurico	côco, babaçu, palma (caroço)
Palmítico	palma (polpa)
Oléico	oliva, amendoim, canola, arroz
Linoléico (médio)	soja, algodão, milho, gergelim
Linoléico (alto)	girassol, açafraão
Erúcido	colza

Tabela 5. Produção mundial de óleos e gorduras vegetais(1994)

Óleo / Gordura	Quantidade (1.000.000 t)
Soja	18,455
Palma (polpa)	13,956
Colza	9,952
Girassol	7,648
Amendoim	4,182
Algodão	3,580
Côco	2,941
Palma (caroço)	1,863
Oliva	1,850
Milho	1,662
Gergelim	0,688
Linhaça	0,619
Rícino	0,447

Tabela 6. Categorias de óleos e gorduras

Saturados

Cadeia média (C6 - C12)
Palma (caroço), babaçu, côco

Cadeia longa (C14 - C24)
Mantelga de cacau, gordura do leite, banha, sebo, palma

Mono-insaturados

n-9 ou w-9 (alto oléico - 18:1)
Oliva, canola, híbridos (açafraão, girassol)

Poli-insaturados

n-6 ou w-6 (alto linoléico - 18:2)
Milho, algodão, soja, açafraão, girassol

n-6 ou w-6 (gama-linolênico - 18:3)
Groselha preta, borage, prímula

n-3 ou w-3
Linhaça, "menhaden", salmão, cavala, atum, anchova

Tabela 7. Teor em óleo das matérias-primas vegetais

Matéria-prima	Teor em óleo (%)
Côco	65-68
Babaçu	60-65
Gergelim	50-55
Palma (polpa)	45-50
Palma (caroço)	45-50
Amendoim	45-50
Colza	40-45
Girassol	35-45
Milho (germe)	30-45
Açafrão	30-35
Oliva	25-30
Algodão	18-20
Soja	18-20
Arroz (farelo)	15-20

Tabela 8. Produção mundial de sementes oleaginosas

Semente	Quantidade (1.000.000 t)	
	1992 - 1993	1991 - 1992
Soja	105,40	106,22
Algodão	35,70	37,50
Colza	27,15	28,17
Girassol	23,38	23,32
Amendoim	16,81	16,89
Total*	221,87	225,27

* Inclui as sementes acima, além de gergelim, caroço de palma, copra, linhaça e mamona

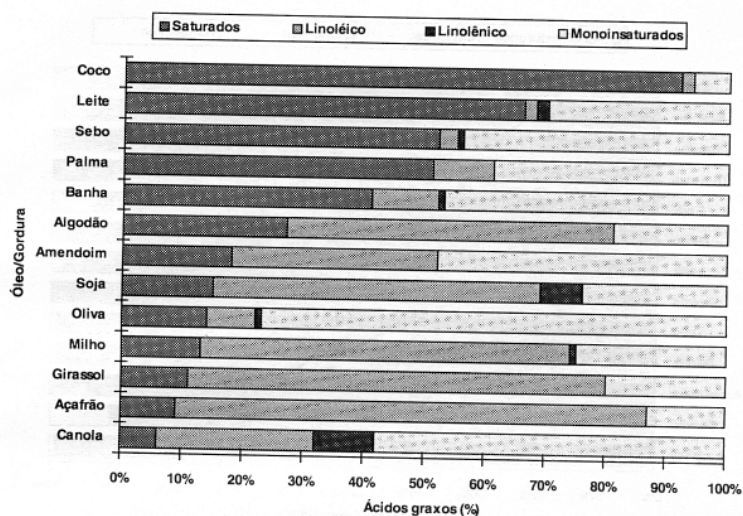


Figura 1. Composição em ácidos graxos de óleos e gorduras, em ordem crescente de ácidos graxos saturados

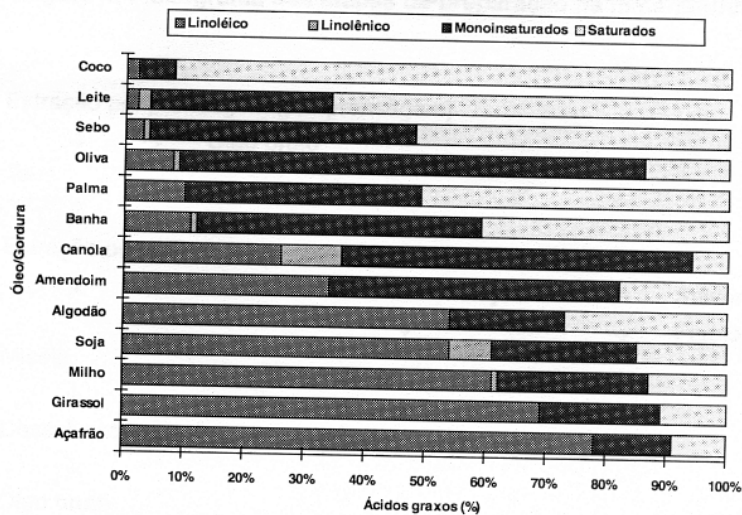


Figura 2. Composição em ácidos graxos de óleos e gorduras, em ordem decrescente de ácidos graxos polinsaturados

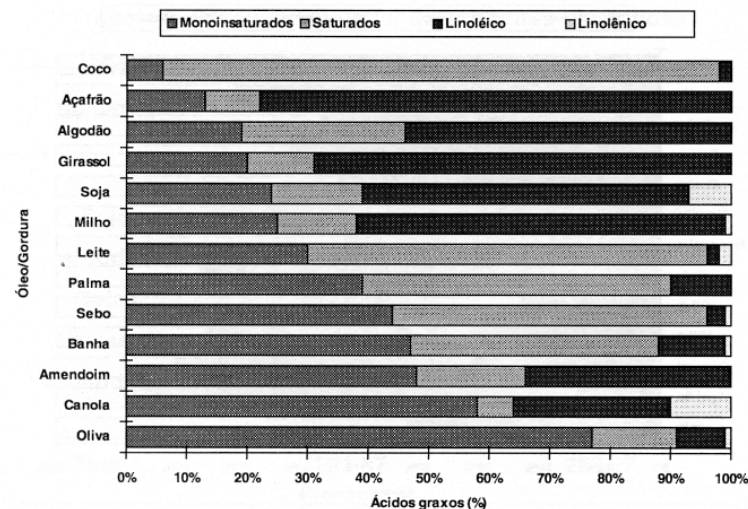


Figura 3. Composição em ácidos graxos de óleos e gorduras, em ordem decrescente de ácidos graxos monoinsaturados



Figura 4. Fluxograma das etapas de preparação da matéria-prima

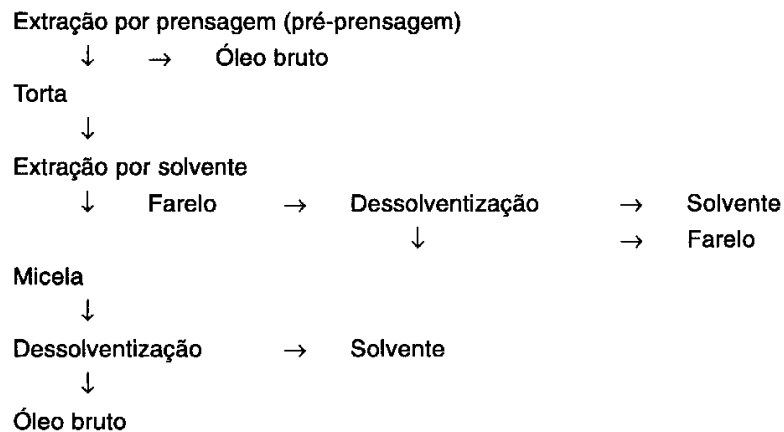


Figura 5. Fluxograma das etapas de extração do óleo bruto

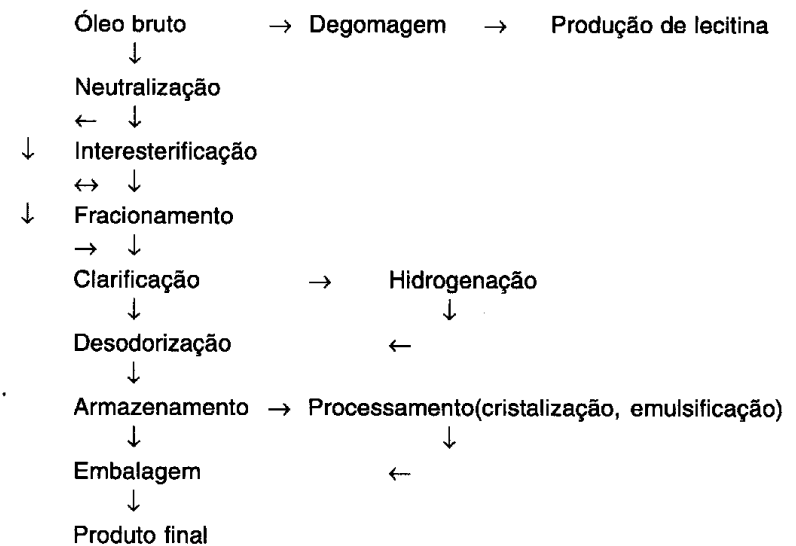


Figura 6. Fluxograma das etapas de refinação e modificação de óleos e gorduras

Referências bibliográficas

- ANÔNIMO - Oil supplies tighter; GATT deadlock continues. *INFORM*, Champaign, v.3, n.8, p.930-933, 1992.
- ANÔNIMO - Oil demand forecast to rise 32% during decade. *INFORM*, Champaign, v.3, n.6, p.695-696, 1992a.
- ANÔNIMO - Palm oil update. *INFORM*, Champaign, v.6, n.8, p.884-890, 1995.
- BARUFFALDI, R., GIOIELLI, L.A., SCHUCH, R. - Extração de óleo de amendoim pelo emprego de solvente polar. *An. Farm. Quím. São Paulo*, São Paulo, v.20, n.1/2, p.40-44, 1980a.
- BAUR, F.J. - Nutritional aspects of oils and fats. In: LAWSON, H. - *Food oils and fats*. New York: Chapman & Hall, 1995. p.203-280.

- BELITZ, H.D., GROSCH, W. - *Food chemistry*. Berlin: Springer-Verlag, 1987. p.472-493.
- BELITZ, H.D., GROSCH, W. - *Food chemistry*. Berlin: Springer-Verlag, 1987a. p.128-200.
- BERNARDINI, E. - *Oilseeds, oils and fats*. Rome: B. E. Oil Publishing House, 1985b. v.1, p.351-362.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Resolução n. 22/77 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. In: COMPÊNDIO da legislação de alimentos. Rev.3. São Paulo: ABIA, 1989. v.1/A, p.7.10-7.14.
- CLAUSS, J. - Interesterificação de óleo de palma. *Óleos Grãos*, São Paulo, v.5, n.28, p.31-37, 1996.
- COENEN, J.W.E. - Modification of oils and fats. In: MORTON, I., RHODES, D.N., eds. - *The contribution of chemistry to food supplies*. London: Butterworths, 1974. p.15-54.
- DARCE, M.A.B.R. - Tecnologia da transformação. In: CÂMARA, G.M.S., GODOY, O.P., MARCOS FILHO, J., DARCE, M.A.B.R. - *Soja: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. p.53-99. [Série Extensão Agroindustrial].
- DZIEZAK, J.D. - Fats, oils, and fat substitutes. *Food Technol.*, Chicago, v.43, n.7, p.66-74, 1989.
- GIESE, J. - Fats, oils, and fat replacers. *Food Technol.*, Chicago, v.50, n.4, p.78-84, 1996.
- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R., SCHUCH, R. - Acompanhamento cromatográfico da reação de esterificação entre glicerol e ácido palmítico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.2, n.1, p.74-83, 1982.
- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R., SCHUCH, R. - Avaliação da velocidade de esterificação de ácidos graxos com glicerol. *Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.17, n.2, p.147-158, 1983a.

- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R., SCHUCH, R. - Estudo cinético da reação de esterificação entre glicerol e ácido palmítico. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.19, n.1, p.27-33, 1983b.
- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R., SCHUCH, R. - Distribuição de ácidos graxos em relação ao glicerol durante o processo de esterificação. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.20, n.1, p.44-50, 1984.
- GIOIELLI, L.A. - Modificações de óleos e gorduras por interesterificação. *Alimentação*, São Paulo, n.82, p.25-28, 1986.
- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R. - Interesterificação de gordura de babaçu e azeite de dendê: influência nos pontos de fusão e de amolecimento e no índice de gordura sólida. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.23, n.1, p.41-51, 1987.
- GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R. - Acompanhamento da reação de interesterificação de gordura de babaçu e azeite de dendê. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.24, n.1, p.29-38, 1988.
- GIOIELLI, L.A., PITOMBO, R.N.M., VITOLO, M., BARUFFALDI, R., OLIVEIRA, M.N., AUGUSTO, M.S. - Acidolysis of babaçu fat catalyzed by immobilized lipase. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.71, n.6, p.579-582, 1994.
- GUNSTONE, F.D., NORRIS, F.A. - *Lipids in foods: chemistry, biochemistry and technology*. Oxford: Pergamon Press, 1983. p.29-42.
- GUNSTONE, F.D., NORRIS, F.A. - *Lipids in foods: chemistry, biochemistry and technology*. Oxford: Pergamon Press, 1983a. p.1-14.
- GUNSTONE, F.D., NORRIS, F.A. - *Lipids in foods: chemistry, biochemistry and technology*. Oxford: Pergamon Press, 1983b. p.95-107.
- GUNSTONE, F.D., NORRIS, F.A. - *Lipids in foods: chemistry, biochemistry and technology*. Oxford: Pergamon Press, 1983c. p.108-116.
- HARTMAN, L, ESTEVES, W. - Tecnologia de óleos e gorduras vegetais. In: FUNDAÇÃO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA - *Tecnologia agroindustrial*. São Paulo, 1982. p.1-10.

- HARTMAN, L., ESTEVES, W. - Tecnologia de óleos e gorduras vegetais. In: FUNDAÇÃO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA - *Tecnologia agroindustrial*. São Paulo, 1982a. p.67-131.
- HAUMANN, B.F. - Tools: hydrogenation, interesterification. *INFORM*, Champaign, v.5, n.6, p.668-678, 1994.
- HAUMANN, B.F., BARRERA-ARELLANO, D., WAGNER, W. - Brazil. A giant in the soybean industry. *INFORM*, Champaign, v.6, n.8, p.900-909, 1995.
- HOFFMANN, G. - *The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products*. London: Academic Press, 1989. p.1-28.
- HOFFMANN, G. - *The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products*. London: Academic Press, 1989a. p.29-119.
- HOFFMANN, G. - *The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products*. London: Academic Press, 1989c. p.201-277.
- KENNEDY, J.P. - Structured lipids: fats of the future. *Food Technol.*, Chicago, v.45, n.11, p.76,78,80,83, 1991.
- LANGSTRAAT, A. - Characteristics and composition of vegetable oil-bearing materials. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.53, n.6, p.241-247, 1976.
- MARSIC, V., YODICE, R. - The dietary role of monounsaturates. *INFORM*, Champaign, v.3, n.6, p.681-686, 1992.
- NAWAR, W.W. - Lipids. In: FENNEMA, O.R., ed. - *Food chemistry*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1985. p.139-244.
- NORRIS, F.A. - Extraction of fats and oils. In: SWERN, D., ed. - *Bailey's industrial oil and fat products*. 4. ed. New York: Wiley-Interscience, 1982. v.2, p.175-251.

- OLIVEIRA, M.N., GIOIELLI, L.A., FREITAS, P.C.D., NASCIMBENI, F.N., BARUFFALDI, R. - Potencial lipídico da flora brasileira para a fabricação de bases cosméticas veiculando princípios ativos naturais. In: 10º ENCONTRO BRASILEIRO DE QUÍMICOS COSMÉTICOS, São Paulo, 1996. *Anais*, São Paulo, Associação Brasileira de Cosmetologia, 1996. p.334-344.
- PELAEZ-ALVAREZ, V.M., SZMRECSANYI, T., TANGO, J.S. - Determinants of technological innovation in the shortening industry. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY, Campinas, 1991. *Proceedings*, Campinas, UNICAMP; GTZ, 1991. p.129-137.
- ROSSELL, J.B. - Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R.J., ROSSELL, J.B., eds. - *Analysis of oils and fats*. London: Elsevier, 1986. p.1-90.
- ROZENAAL, A. - Interesterification of oils and fats. *INFORM*, Champaign, v.3, n.11, p.1232-1237, 1992.
- SCHUCH, R., BARUFFALDI, R., GIOIELLI, L.A. - Acompanhamento da reação de esterificação entre glicerol e ácido palmítico por cromatografia em camada delgada. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.19, n.2, p.118-125, 1983.
- SCHUCH, R., BARUFFALDI, R., GIOIELLI, L.A. - Cinética da reação de esterificação entre glicerol e ácido palmítico catalisada por cloreto de zinco. *Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo*, São Paulo, v.20, n.1, p.51-55, 1984a.
- SONNTAG, N.O.V. - Structure and composition of fats and oils. In: SWERN, D., ed. - *Bailey's industrial oil and fat products*. 4. ed. New York: Wiley-Interscience, 1979. v.1, p.1-98.
- SONNTAG, N.O.V. - Fat splitting, esterification, and interesterification. In: SWERN, D., ed. - *Bailey's industrial oil and fat products*. 4. ed. New York: Wiley-Interscience, 1982. v.2, p.97-173.