

## SUBSTITUTOS DE GORDURAS

LYS MARY BILESKI CÂNDIDO\*  
ADRIANE MULINARI CAMPOS\*\*

Gorduras são importantes veículos para vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais, e responsáveis por propriedades como firmeza, adesividade, elasticidade, paladar, cremosidade e ação lubrificante. A elevada incidência de obesidade, coronariopatias e outras doenças associadas ao consumo excessivo de gorduras, abre espaço para produtos que tentam reproduzir as propriedades sensoriais da gordura, sem o excessivo conteúdo calórico. Em função de sua natureza química, os substitutos de gordura podem estar relacionados a carboidratos, proteínas ou lipídios. O elemento comum nos sistemas de substituição de gorduras é a água. O sucesso depende do controle desta água, de forma que o substituto proporcione a funcionalidade da gordura que falta. Os produtos relacionados aos carboidratos atuam como substitutos de gordura por estabilizarem grandes quantidades de água em uma estrutura de gel, cujos resultados em termos de propriedades lubrificantes e de fluxo são semelhantes às dos lipídios. Muitos são compostos macromoleculares, que originam géis poliméricos, que além de reterem água conferem corpo ao alimento. Proteínas são utilizadas em função de suas propriedades de fluxo. São menos efetivas na interação com a água que carboidratos, mas o caráter hidrofóbico, especialmente das proteínas desnatadas, acentua a sua habilidade em imitar gorduras emulsionadas em sua interação com aromas e outros componentes dos alimentos. Proteínas microparticuladas proporcionam a fase dispersa, a qual distribui água uniformemente ao longo da matriz alimentar. O terceiro grupo corresponde a lipídios modificados que não são hidrolisados por lipases intestinais e que apresentam propriedades mais semelhantes às dos lipídios alimentares.

\* Professora de Bioquímica de Alimentos, Departamento de Nutrição, PEP, Universidade Federal do Paraná.

\*\* Professora de Química Tecnológica, Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

## 1 INTRODUÇÃO

Gorduras são essenciais à saúde por veicularm importantes nutrientes como vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), ácidos graxos essenciais, e como fonte de energia. São responsáveis por propriedades como firmeza, adesividade, elasticidade, paladar, cremosidade e ação lubrificante. A preferência por gorduras vai além dos requerimentos nutricionais, estando relacionada às suas propriedades funcionais. Óleos são excelentes meios de cocção. Podem ser aquecidos a temperaturas superiores a 100°C, transmitem rapidamente o calor, deixando o produto crocante e com sabor característico. Gorduras modificam o perfil de sabor, especialmente por afetarem a partição de compostos de sabor entre a matriz alimentar, a saliva, a cavidade oro nasal e as superfícies receptoras na cavidade oral (18,21,59,71). À semelhança dos produtos dietéticos obtidos pela redução de açúcares ou de sua isenção, produtos obtidos pela redução ou substituição de gorduras, ("low-fat, light, lite", etc) encontraram um mercado promissor, atendendo a pessoas preocupadas com melhores condições de saúde, manutenção ou redução de peso e manutenção de aparência atraente. O incentivo proporcionado pela demanda tem permitido a melhoria da tecnologia e o desenvolvimento de melhores ingredientes e métodos de produção (8,18).

## 2 MECANISMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE GORDURAS

A produção de alimentos com baixo teor de gorduras requer a utilização de produtos com atributos dos lipídios, mas com conteúdo calórico reduzido. Incluem além dos aditivos normalmente utilizados na tecnologia de alimentos como estabilizantes, emulsificantes e espessantes, outros com propriedades específicas. São de difícil produção, nem sempre consegue-se expressiva redução calórica em função da manutenção das propriedades organolépticas. Para obtenção de resultados desejados, pode-se usar combinação de substitutos de gorduras (8,16,18,37,38,63,65,90).

De acordo com o Calorie Control Council (37), o substituto de gordura ideal deve ser um composto de reconhecida segurança para a saúde e que apresente todas as propriedades funcionais e organolépticas das gorduras com significativamente menos calorias. Para o Conselho, as propriedades mais importantes das gorduras são estabilidade térmica, emulsificação e aeração, lubricidade, além de contribuirem com sabor, cor e a capacidade de espalhar. Uma vez que este substituto ideal não existe, conta-se com produtos que apresentam algumas destas propriedades, e que na correta combinação e proporção permitem o desenvolvimento de grande número de produtos alimentícios (2,10,11,37,65,71,86).

O Calorie Control Council utiliza o termo genérico **substituto de gordura** ("fat replacer") para indicar remoção total ou parcial e conseqüente substituição de gorduras. O termo **extensor** ("fat extender") define a remoção parcial e a substituição da gordura de produto alimentício particular por um sistema de substitutos de gordura. **Análogos de gorduras** ("analoggs") são produtos com características de gorduras, mas com menor teor calórico ou isentos de calorias. Apesar de apresentarem funcionalidade e propriedades organolépticas de gorduras não podem ser classificados como tal. Os **miméticos** ("mimetics") substituem parcialmente a gordura por imitar alguma função particular desta em um alimento (37,71). De acordo com DEANE (21) não existem definições precisas para estes termos, além do que o mesmo produto pode estar classificado em mais de um grupo.

Os produtos existentes enquadram-se em dois grupos principais, de acordo com seu mecanismo de ação: (a) combinação de água com lipídios ou não lipídios (carboidratos ou proteínas modificados) com propriedades emulsificantes ou capazes de formar géis especiais e (b) compostos não calóricos com propriedades semelhantes às dos lipídios, cujas ligações ésteres são modificadas (ésteres de glicerol, ésteres de lipídios com glicerol e pseudogorduras) (37,95). Os do primeiro grupo são também chamados extensores ou miméticos. Os extensores incluem produtos convencionais como amidos, gomas, derivados de celulose e maltodextrinas associados a pequenas concentrações de gordura, que normalmente atuam como agentes de corpo. Os miméticos são carboidratos ou proteínas que podem simular as propriedades das gorduras nos alimentos. Os do segundo grupo são também chamados de gorduras sintéticas, constituindo-se em substâncias com as propriedades funcionais das gorduras, mas que o organismo não consegue metabolizar, e que poderiam ser literalmente considerados substitutos de gorduras (18,37,65,71,74,96).

De acordo com sua natureza química os produtos para esta finalidade podem ser enquadados em três grupos: (a) relacionados aos carboidratos; (b) relacionados à proteínas; (c) relacionados à gorduras (16,18,37,65,82,90,95,105,110).

Os produtos baseados em proteínas e carboidratos são em sua maioria produtos convencionalmente utilizados e de segurança estabelecida. Aparecem na forma hidratada e têm aplicação seletiva em alimentos. O elemento comum nos sistemas de substituição de gorduras é a água. O sucesso depende do controle desta água, de forma que o substituto proporcione a funcionalidade da gordura que falta. Os produtos relacionados aos carboidratos atuam como substitutos de gordura por estabilizarem grandes quantidades de água em estrutura de gel, cujos resultados em termos de propriedades lubrificantes e de fluxo são semelhantes às dos lipídios. Muitos dos substitutos baseados em carboidratos são compostos macromoleculares, que originam géis poliméricos, os quais

além de reterem água atuam conferindo corpo ao alimento. Como e quando a água será liberada na cavidade oral dependerá do tipo específico do substituto e da interação com outros ingredientes. A forma de ligação com a água determinará, também a textura e aparência do alimento (21,58,65,71,74).

Proteínas são utilizadas em função de suas propriedades de fluxo (74,95,105). Uma vez que a água corresponde de 70 a 80% da forma funcional do substituto, é importante estudar a função da água em nível molecular na formação, funcionalidade e estabilidade do substituto. Apesar de menos efetivas na interação com a água que carboidratos, o caráter hidrofóbico, especialmente das proteínas desnaturadas, acentua a sua habilidade em imitar gorduras emulsionadas em sua interação com aromas e outros componentes dos alimentos. Proteínas microparticuladas proporcionam a fase dispersa, a qual distribui água uniformemente ao longo da matriz alimentar (21).

De acordo com GLICKSMAN (44) o sistema para substituição de gorduras deve ser composto de três ingredientes: um agente espessante para controle de fluxo e lubridade; um agente de corpo solúvel para controlar a adsorção/absorção do alimento nos receptores da língua; e um agente microparticulado, geralmente insolúvel para proporcionar suavidade (smoothness) (105). Sistemas de hidrocolóides originam dispersões plásticas que combinam elasticidade e lubridade da fase contínua dos géis com os efeitos reológicos e de partículas das dispersões. O terceiro e mais amplo grupo, representado por materiais baseados em lipídios, é o que mais se aproxima das propriedades funcionais e sensoriais dos lipídios. De mais ampla aplicação, apresentam limitações quanto à segurança, uma vez que seus metabolismos e efeitos toxicológicos ainda são objeto de estudo. Sabe-se que são resistentes à hidrólise por enzimas digestivas, podendo alguns serem parcialmente digeridos e excretados com mínimo de alteração.

O perfil de sabor de alimentos com baixo teor de gordura tem sido objeto de muita preocupação de processadores de alimentos. Deve substituir o sabor característico de gorduras e mascarar o sabor residual ou desagradável eventual do substituto. A maioria dos sabores é constituída de mistura de compostos químicos que podem ser hidrofílicos ou lipofílicos. A distribuição água-gordura de um alimento afeta a partição e o impacto destes compostos em graus variáveis. Em presença de lipídios os componentes lipofílicos ligam-se à moléculas de gordura através de interações hidrofóbicas e forças de Van der Waals. Na ausência de lipídios os compostos ligam-se fracamente à matriz alimentar, permanecendo no espaço gasoso acima da amostra, sendo pouco percebidos (9,42,65,82,96).

A interação de componentes de sabor com carboidratos que substituem as gorduras modificam o perfil e o impacto de sabor. As interações são principalmente do tipo interação dipolo-dipolo e ligações de hidrogênio devido às características polares dos carboidratos. No caso de substitutos

derivados de amido, o componente lipofílico se complexa com a amilose. Na hélice formada pelas repetidas unidades de glucose os grupos hidrofílicos orientam-se para o exterior formando uma região hidrofóbica no interior da hélice. Quando isto ocorre em meio pobre em gordura, as moléculas dos componentes lipofílicos de sabor dirigem-se ao interior da estrutura da amilose, o que afeta a percepção do sabor uma vez que não conseguem interagir com os receptores de sabor sem que a hélice seja rompida (9,65,82). A interação com proteínas é mais específica e dependente de condições como pH, temperatura e concentração salina. Por outro lado, modificações químicas e diferenças no conteúdo de água afetam a conformação da proteína, o que altera sua capacidade de ligação com o componente lipofílico. A interação de compostos carbonílicos com grupamentos amina das proteínas (lisina, arginina), através da Reação de Maillard, é altamente dependente do pH e da temperatura do alimento, formando complexos irreversíveis (9,82). Por outro lado, a presença de compostos com propriedades emulsificantes também afeta o perfil e o impacto de sabor. A habilidade dos emulsificantes de estabilizar emulsões é baseada em seu caráter anfifílico (hidrofílico e hidrofóbico). Algumas classes de emulsificantes interagem com carboidratos e outras com proteínas. Como o emulsificante interfere com a ligação entre o composto de sabor e a proteína, o resultado pode ser a formação de um sistema de sabor mais estável. De modo semelhante, a formação de complexo insolúvel do emulsificante com a amilose, impede a interação desta com o componente de sabor, melhorando sua estabilidade (9,18,82). A aplicação de emulsificantes para reduzir os níveis de gorduras tem seu uso reportado aos anos 30, com a introdução de gorduras "superglycerinadas" (38). O tamanho do glóbulo de gordura é importante para riqueza e lubricidade do alimento. A adição de emulsificante pode resultar em glóbulos menores, com aumento da atividade de superfície e teor reduzido de gordura sem perda da lubricidade (27).

### 3 PROPRIEDADES DOS SUBSTITUTOS DE GORDURAS

#### 3.1 PRODUTOS RELACIONADOS AOS LIPÍDIOS

Em função de modificações nas ligações ésteres pode-se obter substitutos de gorduras bastante promissores que passam pelo organismo sem serem absorvidos. Além da versatilidade, apresentam alta estabilidade térmica, podendo ser utilizados em frituras. São predominantemente emulsificantes. Este é o grupo que pode ser efetivamente considerado como substituto de gordura. Inclui lipídios e seus análogos como acilgliceróis, ácidos policarboxílicos esterificados, éteres e poliésteres que não são hidrolisados por lipases intestinais (18,37,65,110). SINGHAL et al (95) descreveram as formas de "redesenhar" lipídios para a produção de derivados não calóricos: (a) a porção glicerol pode ser substituída por

álcool alternativo; (b) os ácidos graxos podem ser substituídos por outros ácidos, como ácidos carboxílicos ramificados; (c) a ligação éster pode ser "revertida" ou reduzida a ligação éter; (d) outros.

• **Caprenina.** O triacilglicerol contendo ácido caprílico (C8), ácido cáprico (C10) e ácido behênico (C22) é denominado Caprenina (50% dos ácidos graxos saturados são de cadeia longa). O ácido behênico é pouco absorvido pelo organismo e o valor calórico da caprenina é em torno de 4 a 5 kcal/g (10,11,12,37,48,65,90). Três importantes estudos foram levados a efeito em 1991 indicando que a caprenina é metabolizada como os lipídios contendo ácidos graxos de cadeia média e longa. A semelhança nas propriedades da caprenina, conferidas pelos ácidos cáprico e caprílico, com a manteiga de cacau justifica sua aplicação (37,48,65). O produto vem sendo produzido em escala industrial na Dinamarca (Ginsted Products) e comercialmente introduzido no mercado em combinação com polidextrose (10,37).

• **Ésteres de ácidos graxos com sacarose - OLESTRA.** O poliéster de sacarose (SPE) comercializado como OLESTRA é uma mistura de hexa, hepta e octa éster de sacarose com ácidos graxos de cadeia longa (11,12,37,48,62,106). Além da estabilidade a altas temperaturas (frituras), assegura textura, sabor e sensação bucal proporcionadas pelas gorduras convencionais. Apresenta propriedades físicas semelhantes aos triacilgliceróis (30,32,62,65,90,95,106). Através de ensaios *in vitro* e *in vivo* verificou-se que os poliésteres de sacarose e de rafinose não são susceptíveis à ação de enzimas lipolíticas, demonstrando sua baixa digestibilidade e absorção. Por não ser absorvido é considerado produto com valor calórico zero (12,30,32,95,106). A ingestão de Olestra pode ter efeito benéfico na redução de triacilgliceróis e LDL-colesterol plasmáticos sem alterar os níveis de HDL-colesterol. O efeito é mais marcante em indivíduos hiperlipidêmicos, o que pode sugerir seu uso como produto dietético para populações clínicas específicas. Os efeitos do SPE nos níveis plasmáticos de vitamina A, K e E têm sido objeto de estudos e os resultados são controversos. Estudos preliminares demonstraram que Olestra não interfere com a absorção de vitamina K. Uma vez que se suspeita que Olestra pode diminuir a absorção de vitamina E, deverá ser complementado com esta vitamina (12,37,61,62,84). Ésteres de sacarose de ácidos graxos são permitidos no Brasil como estabilizantes (ET. LIV) de acordo com a Tabela I da Resolução nº 4/88 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e como emulsificante de acordo com a Portaria nº 2/90 DINAL/MS. A ingestão diária aceitável é de 0 a 10 mg/kg de peso corporal (5). Outros poliésteres como os de rafinose e ésteres de amilose (estearato, palmitato, oleato) têm sido sugeridos como substitutos de gordura (95).

• **Mono e diésteres de propileno glicol.** Consistem de diésteres de 1,2-propileno glicol., nos quais um grupo éster contém radical ácido graxo saturado de cadeia média (C<sub>6</sub> a

$C_{12}$ ) e o outro contém ácidos graxos de cadeia longa ( $C_{20}$  a  $C_{24}$ ). Diésteres nos quais os ácidos graxos contém de 8 a 10 átomos de carbono e os de cadeia longa, 20 e/ou 22 são os mais indicados como substitutos de manteiga de cacau. A síntese destes ésteres é similar à produção de mono e diacilgliceróis, com a diferença que o glicerol é substituído pelo propileno glicol. O éster maximiza a retenção de umidade, melhora a incorporação de ar e a textura e aumenta o volume em bolos. A limitação apresentada é o fato de não poder ser utilizado em frituras (37). No Brasil é aprovado como estabilizante (ET IX) de acordo com a Tabela I, da Resolução nº 04 do CNS (5).

• **Ésteres de ácidos policarboxílicos: trialcoxicitrato (TAC) e trialcoxíticarbalilato (TATCA).** O esqueleto de glicerol pode ser substituído por ácido policarboxílico, amino ácidos ou outros esqueletos ácidos polifuncionais como citrato ou tricarbalilato, os quais podem ser esterificados com álcoois de cadeia longa para formar TAC e TATCA (12,95). TATCA, esterificado com álcoois graxos, conhecido como "retrofat" é um composto oleoso, não hidrolisável, comestível, não calórico que está sendo desenvolvido pela Best Foods, que mantém sua patente (10,12,30,32,37,48,61,62,106). Produto semelhante, o TAC, juntamente com o TATCA, têm sido indicados como substitutos de gordura em maionese e margarina. Devido à labilidade térmica do ácido cítrico, o rendimento na produção de TAC é inferior a 1/3 da do TATCA (30,62,106). Os dados sobre a segurança do produto são conflitantes (37,62).

• **Malonato de dialquil dihexadecil (DDM).** É um éster de álcool graxo de ácido malônico e alquil malônico. Está sendo desenvolvido por Frito-Lay, Inc., para aplicação a altas temperaturas, e para produtos como margarinas e maionese, em nível doméstico ou industrial (12,30,32,48,55,62,95,106). Seu uso em alimentos é semelhante ao dos óleos vegetais, podendo ser empregado em frituras e assados. Testes sensoriais revelaram que os produtos fritos em mistura DDM/óleo de soja ficam menos "engordurados" que os fritos no óleo isolado, e permite redução de 33% das calorias e de 60% de gordura (62,95). Virtualmente o DDM não é digerido ou absorvido no intestino, e portanto não contribui com calorias na dieta. A recuperação nas fezes foi de 85 a 95%. Informações sobre sua segurança são limitadas (12,37,62).

• **Glicerol propoxilado esterificado (EPG).** Sua estrutura básica é similar à da gordura natural: o glicerol reage com óxido de propileno para formar poliéster de poliol, o qual é esterificado com ácidos graxos. A formação do poliéster proporciona impedimento estérico à hidrólise enzimática (12,32,37,48,95,106). Variáveis no EPG incluem: o número médio de grupos oxipropileno ligados ao esqueleto de glicerol, o comprimento da cadeia de ácido graxo e o número de insaturações. Pode substituir total ou parcialmente óleos e gorduras na elaboração de alimentos através de assamento ou

frituras, no processamento doméstico ou industrial. Estudos preliminares demonstraram que o EPG é resistente à hidrólise enzimática no intestino, e que não apresenta efeitos adversos (30,32,37,48,62,95).

• **Ésteres de poliglicerol.** São gorduras híbridas com cadeias laterais de ácidos graxos e um esqueleto central de poliglicerol (95). As poliglycerinas são produzidas em meio alcalino e a 230°C. A síntese é relativamente simples. A afinidade pela água aumenta com o aumento da proporção de poliglycerina e diminui com o aumento do peso molecular dos ácidos graxos (61). Dependendo do comprimento da cadeia de poliglycerol e do número e tipo dos ácidos graxos nas cadeias laterais, pode-se obter produtos com propriedades físicas e químicas variáveis. A substituição de glicerol por poliglycerol origina produto mais hidrofílico. Se todos os grupos hidroxila livres forem esterificados, formar-se-á um éster neutro, contudo se a esterificação for parcial originará um substituto de gordura (18). Apresentam sabor e aparência de gorduras, e efeito positivo na palatabilidade, mas são de menor valor energético, produzindo de 6,0 a 6,5 kcal/g (61,62). Mono e diésteres proporcionam de 6 a 8,5 kcal/g. O uso de pequenas quantidades destes ésteres parciais em emulsões aquosas proporciona a sensação bucal dos alimentos cremosos (95). Em concentrações mais elevadas seu uso é limitado pelo odor, gosto amargo e coloração escura, requerendo purificação adicional. Os ésteres de poliglycerol são empregados devido às suas propriedades emulsificantes, controlando a cristalização, aeração e estabilidade de espumas e emulsões. Podem ser usados como estabilizantes, geleificantes e espessantes (18). No Brasil os ésteres de poliglycerol de ácidos graxos e os ésteres de poliglycerol de ácido ricinoleico, são permitidos como Estabilizantes através da Autorização nº 188/91 - DIPROD/MS, a serem incluídos na Tabela I da Portaria nº 04 de 24/11/88. A autorização of. nº 236/91 - DIPROD/MS conferiu-lhes os códigos ET.LVI e ET. LV, respectivamente (5).

• **Éteres.** A síntese de 1,3 diéter é relativamente simples, mas a substituição na posição secundária é mais difícil. O ponto de fusão aumenta com o comprimento da cadeia, o que permite controlar as propriedades das gorduras. A maioria dos triéteres são solúveis em gordura e não apresentam odor, cor ou gosto, mas são suscetíveis à oxidação. A absorção depende do comprimento da cadeia (C18 absorção de 10%, e C8, de 52%). Estudos com éteres trialquílicos marcados mostraram que 99,8% da radioatividade era excretada nas fezes. Não foram registrados efeitos colaterais associados ao consumo deste produto. Apesar de sua produção não ser economicamente viável, existe patente propondo sua utilização como substituto de gordura (61,62).

• **Polímeros de silicone.** Uma patente européia (Dow Corning), sugeriu o uso de polímeros de silicone (poliorganossiloxanos) com no mínimo 15% em peso de carbono orgânico e peso molecular aproximado de 500 daltons, sendo que este limite

minimiza a possibilidade de absorção. A empresa Nabisco Inc. registrou patente de novos substitutos de gordura baseados em derivados siloxi-éster com esqueleto carbônico de C<sub>2</sub> a C<sub>12</sub>. Foram descritos métodos para sua aplicação. São inertes, não absorvíveis, resistentes à hidrólise, oxidação e degradação. Os usos destes polímeros incluem: óleos para frituras, maionese, bolos, cereais, creme de amendoim, produtos lácteos e patês (37,55,61,62,95).

• **Óleo de jojoba.** É obtido a partir da semente de arbustos de *Simmondsia californica* Nutt (*S. chinensis*). É uma mistura de ésteres de ácidos graxos monoinsaturados e álcoois de cadeia longa (20 - 22 átomos de carbono), pertencendo, portanto à categoria de ceras (12,62). Margarinas formuladas com óleo de jojoba são mais firmes, de estrutura mais arenosa e não fundem tão rapidamente como as convencionais. Sua alta temperatura de solidificação limita seu uso em molhos para salada. A utilização comercial é limitada devido ao alto custo, baixa disponibilidade e questões relacionadas à segurança do produto (55). O material hidrogenado é especialmente indicado para coberturas de chocolate (61,62). O sabor e a estabilidade após o refino é similar aos demais óleos vegetais, sendo recomendado em molhos para saladas e em preparações farmacêuticas e cosméticas. Pesquisas com óleo de jojoba têm sugerido sua utilização como substituto de gordura, uma vez que não é afetado por lipases que digerem a maioria dos óleos e gorduras vegetais e animais, passando pelo trato digestivo sem ser metabolizado. Ensaios toxicológicos não são conclusivos (12,95).

• **Triacilgliceróis de cadeia média (TCM).** São precursores de um novo grupo de lipídios denominados lipídios estruturados. Resultam da interesterificação de TCM com óleo de soja, girassol e arenque, após prévia hidrólise. Os lipídios estruturados são um grupo de triacilgliceróis com características de metabolismo muito especiais. O valor calórico é de 8,3 kcal/g (12,54,58,61,62,65). Os TCM são recomendados como substitutos de gorduras, pois não formam quilomicrons, mas entram diretamente no sistema linfático (veia porta), sendo transportados ao fígado (58,61,65). Triacilgliceróis de cadeia média podem ser incorporados a bolos, condimentos, alimentos assados, frituras, queijos e outros alimentos. TCM são comercializados pela empresa Stepan Co., com os nomes: Neobee M-5 MCT Oil e CAPTRIN (54,91).

• **Triacilgliceróis estruturados (SALATRIM).** SALATRIM é a forma sincopada de "Short And Long AcylTRIglyceride Molecules". O nome deriva da composição: mistura de ácidos graxos de cadeia longa e curta esterificados ao glicerol. SALATRIM é uma família de triacilgliceróis estruturados produzidos por interesterificação de óleos vegetais como soja

ou canola, altamente hidrogenados com triacilgliceróis de ácido acético e/ou propiônico e/ou butírico. A diferença entre os triacilgliceróis, é a relação molar entre ácidos de cadeia curta e longa. A funcionalidade de SALATRIM pode ser modificada variando a relação ácidos graxos de cadeia curta / cadeia longa, obtendo-se produtos para as mais diversas finalidades (58,78,97,99). Os ácidos graxos de cadeia curta originam menos calorias por unidade de peso que os de cadeia longa. O principal ácido de cadeia longa é o esteárico, com menor velocidade de absorção, e desta forma o valor calórico do produto é inferior ao das gorduras convencionais (97). SALATRIM proporciona as mesmas propriedades físicas da gordura, com aproximadamente 4,5 a 6,0 kcal/g (18,58). Não foram verificados efeitos tóxicos em ensaios biológicos para toxicidade subcrônica. Em estudos clínicos, SALATRIM foi bem tolerado em doses diárias de até 60 g (49), não tendo apresentado potencial genotóxico confirmado por ensaios de toxicidade genética *in vivo* e *in vitro* (18,97).

### 3.2 PRODUTOS RELACIONADOS ÀS PROTEÍNAS

Substitutos de gordura à base de proteínas têm aplicações limitadas a produtos que não serão submetidos à altas temperaturas ou aquecimento prolongado, por causar desnaturação e coagulação, que resulta na perda da cremosidade (65).

#### 3.2.1 Proteínas microparticuladas

As proteínas microparticuladas resultam da agregação física de moléculas protéicas e não de interações químicas. Sendo assim, são mantidas a seqüência de aminoácidos e a conformação tridimensional da proteína. Desta forma, mantida a integridade química, são preservadas suas qualidades nutricionais (93). Proteínas de vários alimentos podem originar microparticulas, mas as mais utilizadas são as do leite e dos ovos (65). As proteínas quando aquecidas coagulam formando grandes partículas de gel que conferem sensação rugosa à língua (106). Partículas menores que 0,1  $\mu\text{m}$ , tais como as micelas de caseína (proteína microparticulada componente do leite), apresentam-se gelatinosas à língua. Sendo maiores que 3,0  $\mu\text{m}$  conferem sensação pulverulenta ou arenosa. Micropartículas presentes em proteínas vegetais texturizadas como a soja, apresentam diâmetro próximo a 80  $\mu\text{m}$  (37,92,93,105,106).

• *Simplesse* ®. É um substituto de gordura à base de proteínas do ovo e leite através de processo patenteado de microparticulação, dando origem a partículas esféricas de 0,1 a 2,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro que a língua percebe como creme. Como a partícula é inferior ao limiar de percepção da língua, o substituto de gordura tem a riqueza e a cremosidade normalmente associada à gordura. O exterior das

micropartículas é similar à cobertura de proteínas dos glóbulos de gordura, e o interior, predominantemente hidrofóbico. As partículas são deformáveis e esféricas (deslizam facilmente umas sobre as outras) e promovem zonas de fratura na matriz do alimento. Pode ser utilizado em mistura com outros materiais como hidrocolóides proporcionando estrutura lisa e com a percepção de sensação bucal das gorduras (12,30,32,37,44,48,55,62,65,90,92,93,95,96,105,106,108,110). Apresenta sabor suave e agradável, e mascara o sabor residual de agentes de corpo, gomas e outros espessantes (108). À semelhança dos hidrocolóides, entumece em presença de água e simula as propriedades de fluxo das gorduras. Cada grama do produto absorve duas gramas de água e substitui 3 g de gordura, ou seja, 4 kcal substituem 27 kcal, assim, o valor calórico do produto é de aproximadamente 1 a 1,3 kcal/g (32,37,44,55,62,90,92,93,106,108). O processamento térmico excessivo faz com que ocorra gelatinização e o produto perca as características que o assemelham à gorduras. Contudo, pode ser utilizado em produtos que serão submetidos a enlatamento, pasteurização e esterilização (ultra-high-temperature) (65,90). Pode ser empregado em sorvetes, iogurtes, tempero para saladas, maionese, margarina, sobremesas geladas, queijo e requeijão, coalhadas, coberturas para bolos, sopas, molhos, pudins, patês e pastas, tortas, e produtos panificados (30,32,55,85,90,92,93,105,108,110). A segurança do produto foi demonstrada em uma revisão de mais de 5000 artigos e grande número de testes de laboratório. Estudos para verificar a alergenicidade do produto demonstraram que este não apresentava novas frações protéicas ou antígenos ou qualquer causa que aumente sua atividade imunológica comparativamente à das proteínas utilizadas em sua elaboração, ou seja, serão alérgicos ao Simplesse® os indivíduos normalmente alérgicos às proteínas que o compõe. É digerido como proteína (37,55,92,93). Seu uso no Brasil foi permitido a partir do Ofício DOI/DIPOA/AUP nº 228/93 de setembro de 1993 (Ministério da Agricultura e reforma Agrária) (14).

- **LITA®**. É um substituto de gordura derivado da zeína, desenvolvido pela empresa Opta Food Ingredients Inc. É obtido por microparticulação de proteínas de armazenamento, altamente hidrofóbicas, da classe das prolaminas. As prolaminas são insolúveis em água e solúveis em várias misturas aquosas de solventes orgânicos. Constituem 50% das proteínas do milho. LITA® é produzido sob condições não desnaturalizantes, ao contrário de Simplesse® e Trailblazer®. Nestes, a natureza hidrofóbica das micropartículas e insolubilidade em água é conseguida através de desnaturação. No caso da zeína, a superfície da proteína nativa é hidrofóbica. O produto apresenta expressiva estabilidade térmica. Seu uso em maionese, sorvetes e patês permite a substituição de 75 a 100% da gordura. O valor calórico é de 1/6 em relação às gorduras (55,90,18).

### 3.2.2 Proteínas modificadas texturizadas

- *Trailblazer*®. A empresa Kraft General Foods desenvolveu um substituto de gordura baseado em albumina de ovo e proteína do leite. O ingrediente, denominado *Trailblazer*®, é similar ao Simplesse, mas é obtido por processo de fabricação diferente. Este produto é elaborado a partir de mistura de clara de ovos desidratada e concentrado protéico de soro ou leite desnatado em matriz contendo goma como adjunto (especialmente goma xantana). O produto é composto de fragmentos de forma irregular de fibras proteína-xantana com menos de 10 micra em sua maior dimensão. A relação proteína-goma é de 2 : 1 ou 4 : 1. O tamanho e forma da fibra pode ser controlado pelo cisalhamento aplicado durante o ajuste de pH. Uma vez formado, o complexo é estável a ampla faixa de pH e concentração salina. A estabilidade da fibra é aumentada por tratamento térmico posterior. A proteína resultante, parcialmente agregada com o adjunto, pode ser utilizada como agente texturizante em sobremesas geladas e como substituto de carnes (12,18,30,37,44,55,95,106).

### 3.2.3 Proteínas derivadas do leite

As proteínas do leite consistem de duas frações principais: caseína (80%) e as proteínas do soro (20%). Das proteínas do soro, 25% corresponde à  $\alpha$ -lactalbumina e 55% à  $\beta$ -lactoglobulina. Estas diferem da caseína porque são menores, globulares, compactas, solúveis em ampla faixa de pH, termolábeis e não coaguláveis pela renina. Após sofrer processo de concentração o soro pode originar substitutos de gorduras com diferentes propriedades. Devido à natureza protéica, não pode ser empregado em produtos que serão processados em temperaturas elevadas. Dependendo do processo de isolamento pode-se obter o concentrado protéico do soro de leite (WPC) que contém cerca de 35 - 75% de proteína, ou o isolado protéico do soro do leite (WPI) cujo teor de proteína é superior a 90% (29,65,75,76). Comercialmente estão disponíveis vários produtos: Provon 185 (Avonmore Ingredients Inc) e AMP 800 (Calpro Ingredients). O primeiro é um pó solúvel em ampla faixa de pH, forma soluções límpidas, e de baixa viscosidade, mas forma gel muito forte. Apresenta propriedades emulsificantes e de formação de espumas. O segundo, forma géis opacos, fortes e elásticos e apresenta propriedades emulsificantes e alta afinidade pela água (15,18,29,65). Alapro 4850 é um concentrado protéico de soro de leite, livre de lactose e com alto teor de cálcio, obtido por ultrafiltração, que pode ser utilizado em chocolates e sobremesas com baixo teor de gordura. Apresenta sabor lácteo suave, excelente estabilidade térmica e alta qualidade nutricional (78). ProLo II (Kerry Ingredients) é um concentrado de proteínas do soro com caseinato de cálcio (com ou sem estabilizante) (69). Outros produtos incluem: Dairy-Lo®, SuperCreme™, NUTRILAC e CALPRO.

• *Dairy-Lo* ®. A Pfizer-Food Science Group, associada à Ault Foods Dairy desenvolveu produto a partir das proteínas do soro do leite, com a finalidade de melhorar a sensação bucal de cremosidade, controlar a viscosidade e conferir estabilidade ao frio (inibidor de cristalização) em produtos de baixo teor de gordura, denominando-o de *Dairy-Lo*®. A principal proteína do *Dairy-Lo*® é a  $\beta$ -lactoglobulina, que em seu estado nativo é uma proteína globular. A base para elaboração do produto é a desnaturação térmica da proteína, visando maximizar sua funcionalidade. A desnaturação térmica controlada tem como resultado o "desenovelamento" da proteína, expondo regiões hidrofóbicas da cadeia polipeptídica e conferindo caráter anfifílico. Ocorrem modificações em nível de ligações dissulfeto, favorecendo a interação proteína-proteína. O aumento do caráter anfifílico melhora a capacidade de emulsificação da proteína. A auto agregação e desenovelamento da proteína aumenta a interação com a água, o que melhora a textura de alimentos com baixo teor de gordura. Sua grande estabilidade e a capacidade de controlar o teor de água, permite fabricar sorvetes de baixo teor de gorduras cuja cristalização pode ser controlada, além de estabilizar células de ar em emulsões. Apresenta sabor delicado e textura macia. É indicado também para sobremesas congeladas, "milk shakes", queijos, iogurtes e assados (46, 75, 81, 85).

• *SuperCreme* ™. É um produto desenvolvido pela empresa Commercial Creamery Company. Pode substituir até 100% de manteiga, creme e nata. O produto é transformado em pequenos glóbulos esféricos e tem flavorizante de creme (18, 107).

• *CALPRO*. Calpro Ingredients produz concentrados de soro de leite obtidos por "spray-drying" e ultrafiltração. São formulados com níveis variáveis de proteínas (75 a 85%), sendo indicados como suplementos nutricionais e para várias aplicações funcionais, relacionadas às características de solubilidade, viscosidade, formação de gel, estabilidade em meio ácido, capacidade de retenção de água, formação de espumas e filmes, emulsificação e adesão. *CALPRO* pode ser aplicado na elaboração de sobremesas, bebidas, produtos cárneos, pães, e patês. O produto tem várias apresentações, em função do uso a que se destina: *CALPRO* 7515 (misturas para bebidas); *CALPRO* 75 (produtos com baixo teor de gorduras e viscosidade) e 7502 (gelatinização, emulsificação), *CALPRO* 6010 (emulsificação). *CALPRO* 1000 é um concentrado de soro de leite, cujas propriedades funcionais incluem: emulsificante, espumante, geleificante, coesividade, estabilidade gelo-degelo e hidrofilicidade. Pode ser empregado como substituto do ovo (17, 18, 66).

• *NUTRILAC*. É um emulsificante baseado nas proteínas do leite. Nutrilac DR-5005 pode substituir gorduras em produtos tratados termicamente, como também em iogurtes e cremes. Outro componente, o Nutrilac YO-7700 é utilizado na elaboração de iogurtes de baixo teor de gorduras. São desenvolvidos pela empresa Denmark Protein (16).

- *K-PRO Milk Protein Hydrolysate*. Produto patenteado pela empresa Excelpro Inc. que consiste de proteína hidrolisada do leite: soro de leite tratado termicamente, contendo proteínas desnaturadas e caseína. Apresenta a riqueza e a sensação tátil bucal das gorduras, além de não comprometer o sabor. É utilizado em inúmeras aplicações: sorvetes, maionese, sobremesas lácteas e produtos cárneos. Permite redução de 25 a 50% no teor de gorduras. O aquecimento não deve ultrapassar a 90°C. Outros ingredientes podem proporcionar maior estabilidade ao hidrolisado. O produto é estável sob congelação, sem apresentar sinérese. Não deve ser adicionado a produtos com pH inferior a 4,0 (18).

### 3.2.4 Proteínas vegetais

Estão disponíveis comercialmente vários produtos que proporcionam propriedades funcionais de emulsificação, geleificação e melhora de textura, associado a qualidade protéica da soja, em termos de seus amino ácidos componentes e digestibilidade. O isolado protéico de soja apresenta mais de 90% de proteína. Não deve ser confundido com a farinha de soja (50% de proteína), que é o resíduo moído da extração do óleo ou com concentrado protéico (70% de proteína) que contém carboidratos residuais como estaqueose e rafinose. Sua aplicação principal é na elaboração de produtos cárneos de baixo teor de gordura. Nestes, a farinha de soja, e o concentrado protéico de soja podem ser utilizados em concentração de até 3,5% como ligantes. O uso do isolado protéico é limitado a 2%. Pode também, ser utilizado no preparo de bebidas, produtos crocantes e suplementos dietéticos (26,43,72). A empresa Protein Technologies International colocou no mercado mais de 30 diferentes isolados de soja com finalidades específicas. Entre estes: Supro® 200 G, ProPlus®, Supro Plus®, Supro 2000, Supro 500. São utilizados como substitutos de gorduras principalmente em biscoitos e em produtos cárneos, nos quais é possível obter redução calórica de 57% e 44%, respectivamente. PROPULSE (Woodstone Food Corporation) é um concentrado protéico vegetal (83% proteínas) de ervilhas (golden peas) com nível de desnaturação muito baixo e alta solubilidade. Tem excelente funcionalidade como emulsificante, ligante para água e lipídios, formação de espumas e formação de gel. Pode ser utilizado em produtos de panificação, produtos cárneos, substituto do leite e de ovos, e em maionese. Devido ao perfil de amino ácidos pode ser empregado na fortificação de grande número de alimentos e para suplementação de farinha de trigo em pães de baixa caloria. A empresa Central Soya produz Response®, um concentrado texturizado de soja, e Promine®, concentrado protéico de soja para elaboração de produtos de baixo teor de gorduras (10,16,18,28,37,66,78,91). Samprosoy 90 é uma linha de isolados protéicos de soja para diferentes finalidades produzidos pela empresa SANBRA.

### 3.2.5 Gelatina

Gelatina é um composto natural, extraído de colágeno animal, constituído de 84 - 88% de proteína, 8 a 15% de água e 0,5 a 2% de sais minerais. Suas principais propriedades são: formação de géis termo-reversíveis, estabilização, emulsificação, aeração e melhoria da textura. Em produtos com baixo teor de gordura utilizam-se hidrocolóides que podem reter grandes quantidades de água e inibir a tendência a quebra da emulsão. A formação de filme geleificado em torno das partículas de gordura, impede a formação de glóbulos grandes, estabilizando e mantendo a uniformidade das fases oleosa e aquosa. Devido ao seu ponto de fusão próximo a 37°C, produz textura especial, uma vez que funde na boca. O uso de gelatina é indicado na elaboração de margarinas e patês. A gelatina é adicionada à fase aquosa da emulsão antes que a gordura seja introduzida e adicionada da mistura emulsificante para promover a correta cristalização. É compatível com amido, outros hidrocolóides e estabilizantes. Em nível internacional, empresas como Sanofi Bio-Industries, Runcorn's Gelatine Products, Croda Colloids e Belgium's PB Gelatine, DGF Stoess, PB Gelatines, e Leiner oferecem gelatinas para aplicações convencionais e especiais (18,50,69,97,104).

### 3.2.6 Derivado de ovos

Eggcellent™ 8550 é um ingrediente obtido a partir da gema do ovo mediante desidratação e remoção de 74% da gordura e de 90% do colesterol, sem alteração do teor de proteínas. Pode ser utilizado de forma isolada ou combinado com clara para substituir o ovo total. Proporciona sabor e aroma de ovos e textura associada à da gema. Sua funcionalidade deve-se à manutenção do complexo lecitina-proteína encontrado no ovo integral, responsável pelas propriedades emulsificantes em produtos como maionese e para conferir volume em bolos. A quantidade a ser utilizada deve fornecer a mesma quantidade de proteínas que se obteria a partir de ovos. O valor calórico do produto que utiliza Eggcellent™ 8550 depende da formulação, a redução de colesterol é superior a 80% em produtos como maionese, waffles, e bolos. Quando se utiliza mais de 20% de Eggcellent™ é necessário mencionar na rotulagem o sorbitol que entra na fabricação do Eggcellent™ (33,34).

## 3.3 PRODUTOS RELACIONADOS AOS CARBOIDRATOS

São hidrocolóides, ou seus derivados, incluindo entre outros: gomas, amidos, pectinas e celulose. Alguns dos produtos citados, comercialmente não se constituem especificamente substitutos de gorduras, mas permitem a elaboração de produtos com teor reduzido de gorduras. De uso consagrado como espessantes e estabilizantes são de baixo custo e de fácil utilização, contudo apresentam como limitação a baixa estabilidade a frituras (3,4,16,31,52,60,65,88).

### 3.3.1 Polidextrose

É um polímero de moléculas de glucose unidas por ligações  $\alpha$ -1,6 contendo como grupo terminal o sorbitol e/ou ligações monoésteres de ácido cítrico. É agente de volume que pode substituir parcialmente açúcares e gorduras, desempenhando as funções: espessante, umectante, auxiliar de formulação e modificador de textura. O aumento da viscosidade proporcionado é superior ao da sacarose ou sorbitol às mesmas concentrações. Não apresenta sabor doce e é altamente solúvel em água (80% a 25°C). Pode ser utilizado em alimentos contendo adoçantes de alta potência, produtos panificáveis, sobremesas, balas de goma, "marshmallows", gomas de mascar, pudins, misturas desidratadas de pré-preparo para uma série de produtos, gelatinas, coberturas, molhos para salada e outros. Devido a baixa velocidade de absorção intestinal pode apresentar efeito laxativo (70 - 90 g/dia). O valor calórico adotado pela legislação do Mercosul é de 1 kcal/g (2,12,16,18,23,37,61,62,65,85,90,95,106,110).

*Litesse*™ (Pfizer - Specialty Chemicals) é uma polidextrose de qualidade superior, menos ácida e amarga. O *Litesse*™ II é mais cremoso, mais suave, menos ácido e sem sabor residual. Atualmente está em desenvolvimento o *Litesse*™ III (18,23,85,100). A empresa Staley Canada, comercializa o produto Polydextrose 100 Series e a A.E. Staley, o Sta-Lite (18,66,101).

### 3.3.2 Amido

É um homopolímero constituído de 400 a 2000 unidades de glucose, unidas por ligações  $\alpha$ -1,4, com quantidades variáveis de ligações  $\alpha$ -1,6. Os tamanhos e formas de grânulos de amido diferem de uma espécie botânica a outra como se fossem impressão digital. Grânulos pequenos apresentam diâmetro similar ao das micelas lipídicas (1-2  $\mu\text{m}$ ) e estes amidos, potencialmente, podem ser utilizados como substitutos de gorduras. É um agente espessante, geleificante e modificador de textura. Apresenta baixo custo, disponibilidade, facilidade de armazenamento e manipulação, mas baixa estabilidade gelo-degelo, a ácidos, ao calor e ao cisalhamento (4,8,13,37,56,65,94).

Amido de batata tem maior poder de hidratação e devido ao maior tamanho do grânulo proporciona gomosidade. A claridade e o brilho são semelhantes às do amido de tapioca, mas apresenta resíduos de proteínas e lipídios. Amido de tapioca origina produtos macios, com excelente claridade e brilho. Apresenta baixos níveis de frações protéicas ou lipídicas residuais. Tapiocaline (Leatherhead Food Research Association) é um substituto de gorduras à base de amido de tapioca, cujas partículas variam de 80  $\mu\text{m}$  a 3,25 mm (13,94). O amido de arroz apresenta sensação bucal macia. Em produtos assados proporciona textura crocante. Pode sofrer

congelamento e ciclos repetidos de gelo-degelo sem quebrar. É estável a temperaturas de esterilização e ao processamento por microondas. Os grânulos são pequenos (2-8  $\mu\text{m}$ ), e a relação amilopectina : amilose, é de 98 : 2. Uma série de produtos à base de amido nativo de arroz, destinados à utilização em produtos com baixo teor de gordura, estão sendo comercializados: Starch Plus® Regular (SPR), Starch Plus Waxy (SPW), Remyline, Remygel e Remyrise (Remy Industries S.A.) (19,37,90,94,102,104). ACCU-GEL (Woodstone Food Corporation) é amido isolado de ervilhas (golden peas), que forma gel de força elevada, requerendo menor quantidade de amido (15 a 30% menos). Apresenta excelente capacidade de retenção de água, é estável a altas temperaturas e em meio ácido (19,102). OptaGrade (Opta Food Ingredient) é um substituto de gordura à base de amido, termoestável e que pode substituir até 100% da gordura de certos tipos de produtos com menos de um quarto das calorias (18,83).

- *Amido microcristalino*

Stellar® (A.E.Staley Manufacturing Company, subsidiária da Tate & Lyle PLC) é amido de milho, onde o tamanho dos cristais do creme cuidadosamente desidratado é de 0,02  $\mu$ , e no pó, de 14  $\mu$ . Quando estes cristais insolúveis são colocados em água, ocorrem três eventos: os cristais se rompem originando partículas submicroscópicas que apresentam área de superfície muito grande; estas partículas formam agregados prontamente deformáveis; e a água fica imobilizada dentro do gel formado. O creme que resulta tem estrutura de gel e assemelha-se à gordura em aparência e função. Proporciona estrutura cremosa, sistemas alimentares estáveis, reduz o envelhecimento em produtos panificados, a opacidade da emulsão óleo em água e estende a vida-de-prateleira. Resiste a processamento térmico moderado e a variações texturais em temperaturas de congelamento, dependendo das quantidades relativas de água e ingredientes presentes no sistema alimentar (1,10,50,54,56,66,84,85,90,101). Na forma de creme (sólidos solúveis de 25%), seu valor calórico é de 1 kcal/g e pode substituir a gordura em até 100%. Prolonga o frescor e a qualidade de produtos panificáveis aquecidos em microondas. É utilizado em recheios, molhos para saladas, queijos, sobremesas geladas, produtos cárneos, e sopas. Em versão instantânea é utilizado em produtos lácteos, produtos cárneos, molhos para saladas, produtos de panificação e de confeitoria (1,10,37,56,70,78,84,85,91).

- *Amidos modificados e maltodextrinas*

Para atuarem como substitutos de gorduras, os amidos devem sofrer modificações visando comportamento mais próximo ao dos lipídios, melhorar a estabilidade, cremosidade e retenção de umidade. Podem ser efetuadas através de métodos físicos ou químicos - transformações hidrotérmicas (gelatinização); reticulação (fosfato, adipato); substituição no nível de

hidroxilas (acetato, hidroxipropil, succinato) e fluidificação (dextreinização, oxidação) ou utilizando-se hidrolases específicas para as ligações  $\alpha$ -1,4 ou 1,6. Amidos modificados de batata, milho, aveia, arroz, trigo, tapioca, isolados ou associados a emulsificantes, proteínas e gomas estão disponíveis no mercado. Dependendo da espécie botânica apresentam diferenças quanto à termorreversibilidade do gel, capacidade de espalhar, estabilidade a geleificação, resistência térmica e ao cisalhamento. As principais aplicações incluem: carnes, molhos para salada, condimentos, recheios, sobremesas geladas e produtos lácteos (4,13,37,56,60,65,69, 85,90,94).

A ocorrência de "amido resistente" depende da variedade botânica, da relação amilose : amilopectina e da ocorrência de retrogradação durante o processamento, ou de amido presente em forma botanicamente encapsulada intracelularmente ou em estruturas de tecido, ou com estrutura cristalina do tipo B presente em alimentos não processados. Estas formas, e os amidos com alto teor de amilose, por serem susceptíveis à retrogradação, são resistentes à digestão enzimática exaustiva. NOVELOSE (National Starch & Chemical Co.) é a primeira fonte comercial de concentrado de amido resistente, com 30% de fibra alimentar. Melhora a expansão em produtos expandidos, deixa o produto mais crocante e permite formulações com menos de 1% de gorduras, além do que, reduz a absorção de óleo durante a fritura do alimento. CrystaLean (Opta Food Ingredients, Inc) é semelhante à NOVELOSE, também produzido a partir de variedade híbrida de milho de alto teor de amilose. Devido à sua baixa capacidade de retenção de água, pode ser utilizado em sistemas alimentares como biscoitos, e bolachas de baixo teor de gorduras (18,78,83).

Maltodextrinas são polímeros de D-glucose, produzidas por hidrólise ácida ou enzimática de amido de milho. São utilizadas para conferir viscosidade, aumentar o teor de sólidos solúveis, inibir a cristalização e controlar o ponto de congelamento. Quando utilizadas como substitutos de gorduras a relação água:maltodextrina é de 3:1, produzindo gel cujo valor calórico é de 1 kcal/g ou menos. Como substituto de gordura recomenda-se maltodextrina com DE = 5. Maltodextrinas com baixo DE apresentam baixa higroscopidade e alta fluidez, podendo ser utilizadas em bolos e biscoitos macios para prolongar a vida-de-prateleira. À medida que aumenta o DE, aumenta a depressão do ponto de congelamento, higroscopidade, osmolaridade, solubilidade, docura relativa e habilidade de promover escurecimento ("browning"). Por outro lado, dextrinas de menor DE promovem inibição de cristalização, aumentam a viscosidade (corpo) e a adesividade (2,23,65,90,98,106). Entre os ingredientes destas categorias disponíveis no mercado internacional pode-se citar:

Amalean® I e II (American Maize-Products Co.) são amidos pré-gelatinizados, que apresentam melhor solubilização. Amalean® I é amilose de amido de milho modificada para uso em molhos, gelados, temperos para saladas, sucedâneos da manteiga e

produtos lácteos. Pode substituir totalmente a gordura, proporcionando redução calórica de 96%, uma vez que seu valor calórico é de 0,32 kcal/g. Além disso é estável ao calor, a ácidos e ao cisalhamento. Amalean® II é amido instantâneo para assados, aumenta a viscosidade e desenvolve estrutura de filme que ajuda a capturar o ar, proporcionando volume e textura adequados. Pode substituir até 100% de gorduras em certas aplicações (10,16,84,90).

A Amerimaize Specialty Starches comercializa amidos com propriedades especiais: textura variável, formação de filme a baixas temperaturas, substitutos de gorduras, melhor performance em batedura e sabor suave. São designados em função da aplicação como Amerimaize™ 2200 (amilopectina não modificada para queijos, molhos e produtos panificáveis); 2210 (versão instantânea do 2200 para molhos e misturas para sopas); 2300 (amido rico em amilose para confeitos e produtos preparados assepticamente); e 2400 (rico em amilose, para massas, doces, geleificados, pizzas e outros) (78). A National Starch and Chemical Co. dispõe das séries N-Lite, N-Oil, LEANBIND™ e SLENDERLEAN™. Os dois últimos são substitutos de gordura à base de amido desenvolvidos para serem adicionados a produtos cárneos de baixo teor de gordura conferindo suculência e melhorando a textura. Com LEANBIND™ pode-se obter redução de 50% de gordura, mantendo suculência e textura. SLENDERLEAN™ permite redução de até 75% da gordura. ULTRA-SPERSE é uma linha de produtos obtidos a partir de amido de milho ceroso que dispersam facilmente em líquidos frios, formando soluções límpidas e conferindo corpo. São empregados em produtos que serão submetidos a condições de cisalhamento, baixo pH, e cocção por microondas, como sopas, molhos e misturas para saladas (ULTRA-SPERSE A, e M). ULTRA-SPERSE 5 é ideal para produtos de panificação (22,41,51,54,84,100).

STILL-WATER CRYSTALS (Woodstone Technologies Corporation) é amido modificado de ervilhas para substituir gorduras em produtos cárneos e de panificação, que pode imobilizar até 10 vezes seu peso em água. SNOW-FLAKE® 6308 (Refinações de Milho Brasil Ltda.) é fosfato de diamido, obtido de amido de milho ceroso. Entre os principais tipos de amidos modificados utilizados como substitutos de gordura estão: fosfato de diamido, fosfato de diamido fosfatado, fosfato de diamido acetilado e adipato de amido acetilado. A empresa está desenvolvendo estes dois últimos derivados. Amidos estáveis a processamentos térmicos foram desenvolvidos pela National Starch, incluindo NATIONAL FRIGEX® e TERMOFLO® destinados a produtos com baixo teor de gorduras (18,103).

STA-SLIM® (Staley Mfg. Co.) é uma família de amidos modificados derivados de batata, tapioca e amido ceroso. Podem ser utilizados na substituição de gorduras em assados, recheios, molhos para salada, tortas, cremes de queijo e sopas. Em emulsões cárneas para embutidos pode-se obter redução de gorduras de até 50% (30,41,44,53,90,101,106).

*N-LITE*® (National Starch and Chemical Co.) e *N-Lite*® *L* (cook up) são amidos modificados recomendados para produtos líquidos, assim como o *N-Lite*® *LP* (pré gel líquido), os quais deverão sofrer aquecimento (não superior a 65°C por, no máximo, 5 minutos). Apresentam estabilidade em meio ácido, a homogeneização e ao cisalhamento. *N-Lite*® *B* é uma maltodextrina derivada de amido de milho ceroso, termoestável, resistente a ciclos de gelo-degelo e indicada para produtos de panificação. Pode substituir até 50% da gordura. *N-Lite*® *D* é uma maltodextrina especialmente formulada para aplicação em sobremesas geladas, sorvetes e produtos lácteos, devido a sua textura rica, cremosa e por fundir a temperatura da boca, não necessitando adição de gelatinas ou outros hidrocolóides. É estável a pasteurização. *N-Lite*® *S* é amido de milho ceroso estável a tratamentos térmicos, a ácidos, a gelo-degelo, ao cisalhamento e ao armazenamento. A versão *SP* é para sistemas líquidos processados a frio. *N-Lite*® *F* é mistura de amido modificado, sólidos não gordurosos do leite, éster de poliglicerol e goma guar, sendo indicado para produtos congelados (15,22,37,50,51,70,85,90,91,100,102).

*Paselli SA-2* (Avebe) é amido de batata modificado enzimaticamente (DE=3). A força do gel é influenciada pelo pH (máxima entre 3,5 a 5,0) e pela temperatura na qual o amido é hidratado. Seu valor calórico é de 3,8 kcal/g e, numa dispersão a 25%, tem somente 10 a 15% do conteúdo calórico dos lipídios. Em molhos, glacés, temperos para saladas, maionese, sobremesas geladas e produtos panificáveis permite redução de até 50% das gorduras. Tem a habilidade de interagir com lipídios, especialmente emulsificantes, resultando uma nova classe de ingredientes com propriedades específicas e força de gel muito superior (16,19,30,32,44,54,55,61,62,70,94,98). *PASELLI EXCEL* é obtido de amido de batata, para produtos como sobremesas, molhos, coberturas, produtos lácteos e de panificação. É solúvel em água fria e estável ao pH e temperatura (40,78,85).

*N-OIL*® e *INSTANT N-OIL II* (National Starch and Chemical Corporation) são dextrinas obtidas pela modificação ácida do amido de tapioca. Podem substituir total ou parcialmente a gordura. Quatro partes de óleo podem ser substituídos por uma parte de *N-Oil*® e três partes de água, o que lhe confere valor calórico de 1 kcal/g. Encontradas em forma sólida, apresentando características de gordura após aquecimento, e na forma pré-gelatinizada, para preparo de alimentos instantâneos, não requerendo aquecimento prévio. Tem baixa viscosidade e alta estabilidade em armazenamento prolongado a baixa temperatura. Resiste a altas temperaturas, a cisalhamento e condições ácidas. Sob resfriamento desenvolve textura de gordura hidrogenada. Pode ser utilizado em sobremesas geladas, pudins, molhos de queijo para microondas, lingüiça, substituto de gorduras vegetais em bolos de chocolate e sucedâneos de manteiga (22,30,32,55,61,62,90,95, 98,106).

*MALTRIN*® (Grain Processing Corporation). É uma linha de dextrinas e xaropes de glucose produzidos através da hidrólise ácida ou enzimática controlada do amido de milho. O valor calórico quando hidratado é de 1 kcal/g. *MALTRIN*® M040 (DE=4-7) é solúvel em água quente e forma géis termorreversíveis e com sabor, sensação bucal e textura similar à de óleos hidrogenados. É excelente na formação de filmes, resiste a variações de umidade, é de baixa higroscopicidade e mínima doçura. Utilizado em pastas, margarinas, cremes, molhos para saladas e sobremesas geladas, individualmente ou em mistura com outras maltodextrinas. *MALTRIN* QD™ M440 é a forma aglomerada de *MALTRIN*® M040 com melhor resistência física, melhor dispersibilidade e propriedades de fluxo. A aglomeração origina partículas mais porosas e maiores, o que previne o embolotamento e aumenta a capacidade de encorpar alimentos. As propriedades de *MALTRIN*® M050 (DE=4-7) são similares às da anterior. São compatíveis com gomas e outros ingredientes na formulação de produtos de baixo teor de gorduras. *MALTRIN*® M100 (DE=9-12) proporciona textura, corpo, propriedades umectantes em bolos, tortas, temperos para salada e produtos cárneos. Esta dextrina confere maciez sem adoçar, retarda retrogradação e prolonga a vida-de-prateleira. *MALTRIN* QD™ M é a forma aglomerada de *MALTRIN*® M100 (16,19,30,55,61,62,85,91,95,106).

*OATRIM*\* (Quaker Oats & France's Rhône-Poulenc e uma "joint venture" entre ConAgra e A.E.Staley, a Mountain Lake Manufacturing). É um produto à base de aveia obtido por hidrólise enzimática, onde as frações solúveis contendo fibras (principalmente  $\beta$  glucanas) e amilodextrinas foram originalmente designadas "oat- $\beta$ -glucan-amilodextrins" ou oatrins, e atualmente, *OATRIM*\*, e representam 1 a 25% em peso. A combinação de dextrinas de baixo DE com  $\beta$ -glucanas proporciona a sensação tátil bucal similar à das gorduras. Reduz calorias, é versátil, fácil de usar e de baixo custo. Uma mistura 1:3 com água forma gel termorreversível que substitui a gordura na proporção de 1:1. Indicado para o preparo de sobremesas, molhos, recheios, sucedâneos da carne e outros preparados a temperatura ambiente. É estável na elaboração de queijos macios pasteurizados, margarinas, temperos para salada, molhos, maionese, tortas e bolos, e em produtos de panificação ricos em fibras, especialmente porque não diminui o volume dos assados como as outras gomas. Seu efeito hipocolesterolêmico foi evidenciado em uma série de trabalhos. As calorias do *OATRIM*\* (1 kcal/g) provêm dos fragmentos de amilodextrina, uma vez que as  $\beta$ -glucanas (5%) não são metabolizadas (10,26,37,41,43,45,48,50,64,87). As apresentações são: Quaker *OATRIM*®; *OATRIM*\* - 1; *OATRIM*\* - 5 para produtos cárneos e de panificação; *OATRIM*\* - 5Q para sistemas com sabor delicado e bebidas; e *OATRIM*\* - 10. Outros produtos são: RP Lean I (*OATRIM* e iota carragena); RP Lean II (*OATRIM*, farelo de aveia e xarope de milho); RP Lean III (*OATRIM* e kappa-carragena) para produtos cárneos; RHODILEAN SD (*OATRIM* e goma xantana) para molhos de salada; e TrimChoice™(A.E.Staley). Leanesse™ é uma modificação de *OATRIM* e *LeanMaker*® (Webb Technical Group, Inc) contém condimentos, é indicada para produtos cárneos, permitindo

redução de 38 a 75% no teor de gorduras, 15 a 20% de colesterol e de 38 a 48% na densidade calórica, além de proporcionar maior rendimento. ULTRA-OAT™ (empresa Watson Foods Co., Inc) é outra versão do produto (8,16,43,53,64,84, 87,101).

*RICE-TRIN \* 3 COMPLETE*® (Zumbro Inc.). Combina os benefícios da proteína microparticulada com os da maltodextrina. Os ingredientes Rice-Trin® são obtidos a partir da hidrólise enzimática do amido de arroz e contém 10% de proteína microparticulada (1-5μ). Dextrinas de arroz podem ser encontradas sob várias formas, incluindo 10, 18 e 25 DE. Não formam géis, mas proporcionam características como corpo, umectação e osmolaridade em produtos com baixo teor de gorduras. Rice-Trin 3 (DE = 3) forma um gel plástico com textura muito próxima à das gorduras, é estável a pH ácido, e apresenta menor viscosidade que o amido de arroz, à mesma concentração, podendo-se utilizar quantidade maior para obtenção da consistência desejada. É facilmente digerido (4 kcal/g) e hipoalergênico. Pode ser utilizado em sorvetes, molhos para saladas, queijos macios e produtos de panificação (10,16,19,37,44,54,65,84,90,91).

*LYCADEX*® (Roquette Frères). São maltodextrinas solúveis obtidas por hidrólise enzimática controlada de amidos. Lycadex 100® é obtida a partir de amilose de batata, forma gel macio e reproduz a cremosidade, plasticidade, e capacidade de espalhamento dos alimentos ricos em gorduras. Lycadex 200® é obtida de amilopectina de milho ceroso, com poder espessante ideal para substituir óleos, e em produtos de panificação pode substituir 50% das gorduras, mantendo a umectação. Para obter a viscosidade desejada, a concentração deve ser superior a de amidos modificados. Aplicações: molhos para saladas, bolos, produtos de panificação, sucedâneos de manteiga e margarinas (18,70).

*STAR-DRI*® (A. E. Staley Manufacturing Company). São produtos elaborados a partir de amido de milho ceroso: STAR-DRI® 1 (DE = 1); 5 (DE = 6); 100 (DE = 10); e 15 (DE = 15). As principais funções desempenhadas (dispersante, agente de corpo, veículo de sabor, umectante, estabilizador de viscosidade) dependem do DE, o que determinará também as aplicações específicas: sobremesas, molhos para saladas, sucedâneos de manteiga, alimentos para atletas e outros (18,101).

*PURE-GEL B 990* (Grain Processing Corporation) é amido de milho modificado utilizado como espessante e estabilizante, estável a ciclos gelo-degelo, a altas temperaturas, a cocção prolongada, a acidez e ao císalhamento. A viscosidade máxima ocorre a 68°C. Uma solução a 6% aquecida a 95°C forma pasta viscosa. Sob resfriamento origina gel estável, macio e suave. Aplicações: torta de fruta congelada, recheios de tortas, produtos cárneos, molhos, sopas e creme de queijo (18,78).

*Mor-Rex* ® 1910 (Refinações de Milho Brasil Ltda.). Apresenta DE = 10, sendo indicada como substituto de gorduras em sorvetes (18).

### 3.3.3 Pectina

É um hidrocolóide composto de unidades de ácido anidrogalacturônico com graus variáveis de metoxilação. Contendo menos de 50% de seus resíduos de ácido galacturônico esterificados é considerada de baixo teor de metoxil (pectina BTM, low methyl ester pectin ou LM pectin). Extraída do albêdo dos cítricos, de maçãs e de ampla ocorrência entre os vegetais. É usada como emulsificante, geleificante, estabilizante e espessante no preparo de grande variedade de produtos: molhos, patês, produtos cárneos, bolos, tortas, sobremesas geladas, glacês, coberturas, maionese e queijos (10,35,37,45,65,80,85,88). "Combi Pectins" é um substituto de pectinas de diferentes materiais: maçã, albêdo de cítricos, girassol e beterraba (80,102).

*Slendid* ® (Hercules Inc./ Copenhagen Pectin). É uma pectina extraída de cítricos, estável a altas temperaturas (exceto frituras), pH (2-8), cisalhamento, e alta concentração salina, sendo utilizada em concentração final de 0,5 a 3,0%. A textura é cremosa e pode ser aplicada diretamente à fase oleosa para elaboração de produtos para passar no pão. Em concentração de 1 a 2%, pode substituir até 100% da gordura de um alimento. Não é recomendada em produtos nos quais a gordura constitui a fase contínua (chocolate e bacon). *Slendid* 100 é uma pectina BTM, geleificada em presença de cálcio. O *Slendid* 200 é um tipo de pectina de alta esterificação para uso instantâneo que não forma gel. Quando aplicada em sistema líquido, incha e instantaneamente forma partículas macias e flexíveis de cerca de 200  $\mu\text{m}$  (10,37,84,85,91,102).

### 3.3.4 Gomas

Material polimérico a ser dissolvido ou disperso em água, formando soluções ou dispersões viscosas. Nesta classe estão incluídas gomas obtidas de várias fontes: extratos de algas marinhas (alginatos, agar, carragena); extratos de sementes (locusta, guar); exudatos vegetais (arábica); microrganismos (xantana, gelana); extrato de tubérculo (konjac); celulose e seus derivados e pectinas. Têm inúmeras propriedades: estabilização de emulsões, suspensão de partículas, controle de cristalização, inibição de sinérese, encapsulamento e formação de filmes. Gomas embebem grande quantidade de água, não proporcionam calorias e acrescentam características de textura e sensação tátil bucal aos substitutos de gorduras (21,24,31,35,45,47,52,65,71,83,90,111). Apresentações de misturas de gomas são: *Gumixall* (Gumix International); *Ticamouse* II (TIC Gums) - celulose, pectina e goma guar; *Ticamouse* III - goma arábica, carboximetil celulose, pectina

e goma guar; Ticaloid® No Fat 102 S1 - sem amido e S2 - com amido (TIC Gums) - gomas tragacanta, arábica, e xantana. Rhodigums (Rhône-Poulenc) é uma linha de sete ingredientes composta de gomas guar, xantana e locusta ou das três gomas (64,87). A Sanofi Bio-Industries comercializa, entre outras gomas, Satiaxe (xantana), Satiagum, Satiagel, Aubygel e Aubygum (19,60,66,80,85).

Carragena é o nome genérico aplicado a hidrocolóides extraídos de algas vermelhas: *Chondrus crispus* (musgo irlandês) que produz kappa ( $\kappa$ ) e lambda ( $\lambda$ ) carragena; *Euchema sp* produz kappa e iota ( $\iota$ ), e *Gigartina sp* que produz  $\kappa$ - e  $\lambda$ -carragena. Consistem de unidades de galactose e 3,6 anidrogalactose sulfatados ou não, unidos por ligações  $\alpha$ -1,3 e  $\beta$ -1,4. Apresenta três frações principais que diferem no conteúdo e distribuição de grupos éster sulfato:  $\iota$ (25-34%),  $\kappa$ (18-25%) e  $\lambda$ (30-40%). Carragena atua como emulsificante, geleificante, estabilizante, mantém partículas em suspensão, controla fluidez e confere sensação tátil bucal de gordura (18,20,24,31,36,37,43,65,67,68,71,80,88,102,109). Forma géis termorreversíveis em presença de potássio ( $\iota$  e  $\kappa$ ) ou de cálcio ( $\iota$ ). A  $\lambda$ , por ser altamente sulfatada, não forma gel, atuando apenas como espessante, mas é utilizada pela capacidade emulsificante e pelas qualidades sensoriais semelhantes às das gorduras. Absorve até 30 vezes seu peso em água. A forma  $\lambda$ , e os sais de sódio das formas  $\kappa$  e  $\iota$  são solúveis em líquidos frios. A máxima estabilidade das soluções está a pH 9,0, não devendo ser processada a quente a pH inferior a 3,5. Em pH superior a 6,0 resiste às condições normais de esterilização. A estabilidade da forma  $\iota$  a processos de gelo-degelo é superior à das demais formas. Duas importantes propriedades da carragena são a capacidade de se combinar com proteínas, originando estruturas alimentares modificadas e a capacidade de manter permanentemente em suspensão partículas insolúveis. O uso da carragena é indicado nos mais diversos produtos com baixo teor calórico (análogos de queijos, produtos cárneos, geléias de baixo teor de sólidos, chocolates, pudins, bebidas dietéticas) (20,24,25,65,67,71,80,88,109). São comercializados: GENU carrageenan (Copenhagen Pectin / Hercules Inc.), Genulacta® como agente geleificante para produtos lácteos; Genugel® para sistemas aquosos; Genuvisco® como agente espessante e estabilizante; carragena MB-51 e MB-11 para produtos cárneos (20,54,80,102). Gigartina (Grinsted Products) para produtos lácteos e geléias; Gelodan CC para produtos cárneos e de base aquosa e láctea (35,80). Marine Colloids® Carrageenan (FMC Corporation); Gelcarin® carragena/fosfato como agente geleificante; Viscarin® para conferir viscosidade e pela solubilidade em água fria; SeaGel®, SeaKem® e Lactarim® para produtos com leite; Viscarin® ME 389 (19,25,36,67,68,80). Bencta KI-16B (The Carrageenan Company) kappa e iota carragena para produtos lácteos; CarraFat™ carragena/aromas naturais para produtos cárneos; CarraLite™ carragena/aromas naturais, para produtos de padaria, bebidas dietéticas e misturas para sobremesa; CarraLizer™ para estabilização

de sorvetes e iogurtes (18,54,109). Para produtos cárneos estão disponíveis: Soageena® MW 390 (102), Bengel MB 600K, Satiagel® Carrageenan (19,80), e BINDTEX®, associado à proteínas lácteas (Sanofi Bio-Industries) (80,84).

*Goma Jataí* (LBG, locusta, alfarroba ou goma caroba). É um polissacarídio neutro composto de manose e galactose em relação 4:1, isolada de sementes de leguminosa da sub família Caesalpinaeae (*Ceratonia siliqua*) que cresce no Mediterrâneo. Isoladamente não forma gel, mas pode fazê-lo com xantana e K-carragena. Atua como espessante, estabilizante de emulsões e inibidor de sinérese. Devido ao caráter neutro é estável em pH de 3,5 a 11. Pode ser usada para elaboração de molhos, sopas, cremes, sorvetes, produtos cárneos, enlatados e queijos (31,37,65,80,111).

*Goma Guar*. Obtida do endosperma de *Cyamopsis tetragonolobus* e formada de cadeia linear de manose (ligação  $\beta$ -1,4) com resíduos de galactose como cadeias laterais, na proporção 2:1. Quanto maior a relação molar galactose/manose, maior a solubilidade em água fria. A despolimerização da cadeia origina produtos com diferentes propriedades para aplicações específicas. Não forma gel, mas atua como espessante e estabilizante. Forma dispersões altamente viscosas em água fria. A viscosidade de suas soluções é influenciada por temperatura, pH, tempo, grau de agitação (cisalhamento), tamanho da partícula de goma e presença de sais e outros sólidos. É instável a pH muito baixo. A baixas concentrações, confere cremosidade. Exibe excelentes propriedades gelo-degelo. Apresenta efeito hipocolesterolêmico, e valor calórico de 0,15 a 0,25 kcal/g. É indicada para sorvetes, cremes, produtos à base de queijo, molhos, sopas, produtos de panificação, e produtos com baixo teor de glúten (24,31,37,45,65,88,111). Comercialmente está disponível em várias faixas de viscosidade, granulometrias e velocidades de hidratação. Estão disponíveis: Edicol® (Indian Gum Industries Limited), e Rhodigum, Dycol®, Jaguar, Uniguar (Rhône-Poulenc Food Ingredients) (18,37).

*Goma Arábica* (goma acácia). É um exsudato de árvores de *Acacia senegal*, var. *kerensis*, sub família Mimosoideae e família Leguminosae, com estrutura altamente ramificada e diferentes frações de arabinogalactano que respondem pela funcionalidade. É um polissacarídeo neutro ou sal levemente ácido de um polissacarídeo complexo contendo cálcio, potássio e magnésio. Apresenta seis tipos de resíduos de açúcar: galactose, ramnose, arabinopiranose, arabinofuranose, ácido glucurônico e metil glucurônico e pequena quantidade de proteína, a qual confere ação emulsificante e estabilizadora de emulsões. Origina soluções menos viscosas que os demais hidrocolóides, os quais permitem soluções de até 5%, enquanto que com a goma arábica é possível aproximadamente 55%. Pode ser utilizada em formulações alimentares em concentrações de até 10%. Não pode ser empregada em produtos que requeram alta viscosidade. É indicada para produtos aerados com baixo teor de gordura como manteiga, margarina, confeitos, coberturas e

sobre mesas geladas (estabiliza espumas). Como agente texturizante e de cobertura em confeitos, proporciona boas propriedades de filme, protegendo o núcleo dos produtos com a cobertura da migração de água ou gordura. A FAO/WHO estabeleceu o valor calórico de 4 kcal/g. (18,31,37,111). Algumas apresentações são: Fibregum® é goma arábica na forma atomizada; Tic Gums' Arabic Beverage 101 (TIC Gums) é mistura de variedades de goma arábica; e Pre-Hydrated Saladizer 250 é para molhos de salada (18,47).

*Goma Xantana.* Produzida por fermentação de *Xanthomonas campestris*, consta de uma espinha dorsal celulósica (ligação  $\beta$ -1,4) substituída em resíduos de glucose, alternados por cadeia lateral de trissacarídios. Contém D-glucose, D-manoze e ácido glucurônico. O valor calórico (0,5 kcal/g) é muito baixo, porque somente cerca de 15% é digerido. É facilmente solúvel em água quente ou fria, produzindo alta viscosidade. É estável de 0°C a 100°C, a pH de 1 a 13, a ciclos de gelo-degelo e ao cisalhamento prolongado, sem a ocorrência de sinérese. Atua como espessante, estabilizante e em associação com outras gomas proporciona textura lisa e cremosa a alimentos líquidos, com qualidade superior à das demais gomas. Apresenta sinergismo com goma guar e goma locusta. A concentração de 0,2% forma géis termicamente reversíveis. As aplicações incluem: molhos para salada, bebidas, geléias (previne sinérese), substitui ovos (clara), produtos cárneos, enlatados, confeitos, sopas, queijos e patês (31,37,53,65,66,80,91,102). Comercialmente encontram-se: Rhodigel® 200 (Rhône Poulenc Food Ingredients) com partículas de 75  $\mu$ ; Rhodigel® SM com partículas de 180  $\mu$  (18,37). Ticaxan (TIC Gums) (53); e Satiaxane® CX90 DF (Sanofi Bio-Industries) é mistura de goma xantana / gordura vegetal parcialmente hidrogenada/goma locusta (8); Keltrol® Xanthan Gum (Kelco / Monsanto); Keltrol BT; Keltrol RD dispersa-se facilmente; Kel-Lite™ CM para substituir óleos vegetais em assados, em bolos, panquecas e waffles; Kel-Lite™ BK para biscoitos tortas e massas de torta (40,47,51,85,100).

*Konjac.* Farinha obtida da raiz de *Amorphophalus konjac* é cultivada principalmente no Japão e Extremo Oriente. Consiste de estruturas ovais (100-500  $\mu$ ) que incham em contacto com a água e liberam uma glucomanana de alto peso molecular. A proporção de glucose:manose é de 2:3, a ligação do tipo  $\beta$ -1,4. Apresenta grupos acetilados a aproximadamente cada 19 unidades de açúcar. O tubérculo desidratado contém cerca de 30 a 50% de glucomanana e não contém amido. A farinha de konjac hidratada consiste de aglomerados moleculares ideais para a produção de emulsões necessárias para o preparo de alimentos com baixo teor de gorduras. Promove lubricidade e suculência. A viscosidade das soluções é superior às de guar ou locusta a iguais concentrações. A formação de géis de farinha de konjac, é similar à do gel do amido, contudo o gel formado resiste ao aquecimento, tornando-se mais forte. Apresenta sinergismo com amido, goma locusta,  $\kappa$ -carragena e xantana, com os quais pode formar géis termorreversíveis, termoestáveis, de força e elasticidade superior. Entre as

principais aplicações está a elaboração de alimentos com teor reduzido de gorduras como maionese ou sucedâneos de manteiga ou produtos cárneos, e massas (18,36). NUTRICOL® KONJAC (FMC Corporation) é uma linha de produtos de konjac: Nutricol® GP 440 - konjac/amido; e Nutricol® GP 751 - konjac/carragena (10,36,41,98).

**Goma Gelana.** Obtida por fermentação em cultura de *Pseudomonas elodea*, apresenta esqueleto linear de unidades repetidas dos monossacarídeos: 1,3  $\beta$ -D-glucose, 1,4  $\beta$ -D-ácido glucorônico, 1,4  $\beta$ -D-glucose, 1,4 $\alpha$ -L-ramnose. É agente geleificante, texturizante, estabilizante, e formador de filmes. Pode ser utilizado para o preparo de "géis fluidos" e especialmente úteis para manter partículas em suspensão (molhos para saladas). As propriedades funcionais são manifestadas a concentrações muito baixas. A concentração de cátions, necessária para a geleificação, originará géis termorreversíveis ou termoestáveis. A textura pode ser modificada através da interação com goma guar ou carragena. Os géis de gelana promovem a liberação do sabor de frutas, são límpidos, estáveis na faixa de pH de 3,5 a 8, ao aquecimento e ao armazenamento. Aplicações: glacés, sorvetes, geléias (substitui pectina LM ou  $\kappa$ -carragena), recheios de tortas (substitui amidos modificados, por formar géis límpidos), e confeitos (8,31,47,53,77,100). KELCOGEL BF (Kelco/ Merck & Co.) são preparações de goma gelana para recheios para tortas, biscoitos e massas, sobremesas, molhos para saladas e outros. Deixa o alimento crocante, reduz a absorção de gorduras e mantém a umidade do alimento. KELCOGEL F - géis líquidos, mantém partículas em suspensão; K3B408 - substituto de óleos (8,18,51,53,77,80,100,102).

### 3.3.5 Celulose

É o principal componente das plantas e a fonte mais abundante de carboidratos complexos. Apresenta ligações  $\beta$ -1,4, que não são hidrolisadas no trato digestivo. O pó de celulose tem estrutura fibrosa e partículas que variam de 15-300  $\mu\text{m}$ . O comprimento da fibra depende do processo de manufatura. O volume ocupado é em torno de 2 a 6  $\text{cm}^3/\text{g}$ . É capaz de reter várias vezes seu volume em água (3,5 a 10 vezes dependendo do comprimento da fibra). Em produtos com baixo teor de gordura melhora a textura e o volume (a adição de 2 a 4% de celulose em bolos promove aumento do volume e da força da massa). Em alimentos fritos, a adição de 0,5 a 1,5% de celulose reduz a absorção de gordura, especialmente quando o comprimento das fibras oscila entre 100 a 300  $\mu\text{m}$ . Por prevenir a sinérese, a celulose previne a desnaturação de proteínas em alimentos congelados. A celulose não apresenta propriedades espessantes quando suspensa em água (exceção: celulose de fibras  $> 110 \mu\text{m}$ ). O uso de agentes espessantes (goma guar, xantana, carboximetilcelulose, celulose microcristalina) sinergicamente contribui para aumentar a habilidade da celulose em conferir viscosidade (18,37,90). Apresentações: Solka Floc (James River Corp.) - associado ou não a proteína e amido, para pães, bolos, molhos, queijos, alimentos congelados,

massas, bebidas, produtos cárneos, confeitos, alimentos para microondas, molhos e sopas de baixo valor calórico (18,28,85). JustFiber® (Van Den Bergh Foods Co.); Vitacel L 600/20 (Reed Corp.) pó com partículas de 25 µm para bebidas, molhos para saladas e sopas (53); Reed Corp. produz pó com partículas de 5 µm para pães, bolos e bebidas (91); UltraCel™ (Watson Foods Co., Inc.),  $\alpha$ -celulose microfracionada de estrutura de 10 a 1.000 nm, para atuar como agente de suspensão e de estabilização em formulações de composição heterogênea. Não é afetada por valores extremos de pH, força iônica, temperatura e ciclos de gelo-degelo. É especialmente indicado como substituto de gordura em carnes, sorvetes e sucedâneos da manteiga (18,78,85).

• *Celulose microcristalina*

O material de partida para o gel de celulose é a  $\alpha$ -celulose. A fibra de celulose é composta de milhares de microfibrilas, contendo uma região para-cristalina (massa amorfa e flexível de celulose) e uma região cristalina formada de microcristais em arranjo linear rígido. A matéria-prima vegetal é hidrolisada para liberar a região cristalina, que é posteriormente submetida a atrito para liberar os microcristais, ou através de desintegração úmida em presença de agente dispersante. Neste processo podem ser adicionados ingredientes funcionais como carboximetil celulose ou goma guar que mantém os microcristais numa rede (2,6,7,18,65). O gel de celulose é um estabilizador/substituto de gorduras derivado da celulose. As propriedades funcionais do gel de celulose como estabilizante são úteis em formulações com reduzido teor de gordura, onde níveis aumentados de água e ar são utilizados para substituir gorduras. As principais funções da celulose microcristalina são: estabilizar espumas e emulsões, substituir óleos e gorduras, melhorar adesão em molhos, controlar cristalização, sinérese e viscosidade, manter partículas em suspensão e formar géis termoestáveis. Quando o gel de celulose é disperso em água, forma-se uma dispersão coloidal com partículas de 0,2 µm. Estas partículas simulam a sensação de gordura em emulsão óleo em água. Os principais usos incluem: queijos, molhos, temperos para saladas, sobremesas geladas e produtos lácteos (6,7,16,19,26, 31,36,37,50,65,79,84,85,90,95).

Avicel® (FMC Corporation) são produtos na forma de géis de celulose com diferentes graus coloidais e algumas variedades co-processadas (MicroQuick® WC-595 - com soro de leite) (Avicel® RCN-30, com goma xantana e maltodextrina); na forma de pó com diferentes tamanhos de partículas; na forma de partículas esféricas (RCN-10, com 90% de celulose e 10% de goma guar); ou em partículas formando agregados abertos (RCN-15, com relação celulose : goma guar de 85 : 15). Novagel® NC 200 (celulose microcristalina/goma guar) tem partículas esféricas que simulam os glóbulos de gordura. Avicel® AC (celulose microcristalina/ alginato) resiste ao choque térmico e controla o crescimento de cristais de gelo, sendo indicado para sobremesas congeladas. Melhora as caracterís-

ticas de extrusão, a estabilidade de espumas, proporciona corpo e aumenta a estabilidade da mistura. Avicel® RC e CL controlam a cristalização em alimentos congelados (6,7,15,19,36,68,79,84,85,91,102).

• *Derivados de celulose*

Modificações químicas de celulose e pectina, originam hidrocolóides com propriedades geleificantes:  $\alpha$ -celulose, carboximetil celulose, hidroxipropil celulose, celulose microcristalina, e metil celulose. O tamanho médio das partículas varia de 20 a 120  $\mu\text{m}$ . Derivados com grau coloidal proporcionam estrutura de gel que estabiliza espumas e emulsões, modificam a textura, contribuem para viscosidade, controlam sinérese e o tamanho dos cristais e mantêm partículas em suspensão. Devido à capacidade de hidratação a baixas temperaturas, interfere com a formação de cristais de gelo, aumentando a estabilidade gelo-degeló. Os substituintes conferem polaridade à molécula de celulose, melhoram sua capacidade de hidratação e são responsáveis pelas suas propriedades de superfície, o que permite a formação de filmes fortes, que retém o gás carbônico, confere textura cremosa similar à dos lipídios e contribui para o aumento de volume durante a assadura. As principais aplicações como substitutos de gorduras incluem produtos de panificação, molhos, coberturas e glacês, sobremesas geladas, produtos cárneos, flavorizantes, filmes, frituras, sopas e alimentos estruturados. A carboximetilcelulose (CMC), o derivado mais utilizado, pode ser encontrada sob várias apresentações, dependendo do tamanho das partículas, grau de substituição, viscosidade e características de hidratação. A viscosidade das soluções diminui com o aumento da temperatura e são estáveis na faixa de pH de 3 a 11. É utilizada como espessante, estabilizante e em produtos com baixo teor de gorduras como agente de corpo. Metil celulose e hidroxipropil metil celulose são polímeros que formam filmes em solução e geleificam sob aquecimento, retornando à forma líquida sob resfriamento. Esta propriedade torna-os especialmente indicados para alimentos fritos, nos quais formam barreiras que impedem a absorção de óleo e retarda a perda de umidade (2,10,18,31,47,52,53,85,90,91,111).

*Methocel* ® (Dow Methocel® Food Gums). É constituída de metil celulose e hidroxipropil metilcelulose, permitindo retenção de umidade e implementação das propriedades reológicas. O tipo "A" corresponde a metilcelulose e os tipos "E", "F" e "K" correspondem a hidroxipropilmetil celulose com viscosidade variável. O tipo "LV" corresponde a produto para baixa viscosidade (Methocel® A4M - com goma xantana Methocel® E15). O tipo Methocel® F4M é resistente à degradação ácida e enzimática (10,18,47,53,85,102).

TIC Gums desenvolveu CMC pré-hidratada apresentando menor risco de embolamento e contaminação, distribuição uniforme das partículas, maior absorção e velocidade de hidratação, dispersão facilitada e hidratação mais uniforme (102,111).

### 3.3.6 Inulina

É um carboidrato cuja cadeia é composta predominantemente por unidades de frutose (frutana), com unidade de glucose terminal ( $GF_n$ ), sendo a ligação entre as moléculas de frutose do tipo  $\beta$ -1,2, ou seja, uma molécula de sacarose associada a n moléculas de frutose ( $n \approx 30-50$ ). Ocorre naturalmente em cerca de 36.000 espécies vegetais e 10 famílias, especialmente os da família Compositae, incluindo: alho, cebola, aspargos, chicória, dente-de-leão, bardana e alcachofra. Apresenta propriedades funcionais similares aos açúcares e xaropes de glucose, podendo substituir gorduras, açúcares ou amido. O DE da inulina varia de 20 a 25 e seu poder adoçante corresponde de 30 a 65% do da sacarose. É moderadamente solúvel em água (10% a temperatura ambiente), mas muito solúvel a 50-60°C. Contribui com sensação tátil bucal e corpo melhorando a estabilidade de espumas e emulsões. Seu valor calórico é cerca de 25% dos açúcares e 10% das gorduras (16,18,23,39,85,89,90). Apresentações: Raftiline®/Raftilose® (Raffinerie Tirlemontoise) é inulina extraída da raiz de chicória indicada para uso como substituto de açúcar/gordura em confeitos, chocolates, gomas de mascar, produtos de panificação, sorvetes, queijos, temperos para saladas, refeições congeladas, produtos lácteos e preparações à base de fruta (77,89,90). Rafticreming® (Raffinerie Tirlemontoise) permite a elaboração de cremes estáveis de partículas de Raftiline em água (25 a 50%), formando géis estáveis que imitam a textura e sensação bucal das gorduras. Fibruline® (Cosucra) é outra inulina da raiz da chicória (39,40).

### 3.3.7 Outros derivados de carboidratos - fibras

*Nutrio P-Fibre®* (Danish Sugar Factories). É fibra de ervilhas (47% de fibras alimentares). O produto absorve cerca de 9 a 10 vezes seu peso em água e não é afetado por pH, temperatura ou concentração salina. Para maior semelhança com os lipídios, a temperatura ótima de gelatinização é de 75-80°C. O valor calórico é de 1,8 kcal/g (55). *BARLEY\*Complete® 25* (Zumbro, Inc.) é farinha de cevada hidrolisada enzimaticamente. Apresenta 7% de  $\beta$ -glucana e 12% de fibra insolúvel. Possui 15% de proteína combinada a xarope com DE = 25 (8,53). *FIBRIM* (Protein Technologies International) é fibra isolada de parede celular de soja por extração da proteína e carboidratos solúveis (teor fibras alimentares > 70%, sendo 24% solúveis). O teor residual de proteína é de aproximadamente 12%. O valor calórico é de 0,9 a 1,1 kcal/g (37,66). *P-FIBRE 150* (Grinsted) é extraído de ervilhas em meio aquoso. A finalidade do produto é substituir gorduras mais que atuar como fonte de fibras. Aplicações: patês de fígado, maionese e molhos para saladas. Uma mistura de 1 : 12 P-FIBRE 150: água substitui 40% de óleo em molhos para saladas (16). *Barley Concentrate* (Garuda International) é hidrolisado enzimático de farinha de aveia, rico em  $\beta$ -glucana (40). *Fruitsource* é um edulcorante nutritivo derivado de carboidratos, com propriedade de substituto de gorduras, derivado de xarope de arroz e suco de uva (83). *Snowite®* é um

produto à base de fibra de aveia indicado para produtos cárneos de baixo teor de gorduras, bolos com alto teor de fibras e massas de tortas (85). *Fibras de ervilhas ("golden pea")* são CENTARA II, CENTARA III, HI FI LITE e UPTAKE 80 (Woodstone Foods Corporation) para alimentos panificáveis, enriquecimento nutricional e melhoria das propriedades funcionais em produtos cárneos e massas (18,28,54). CentuTex (Woodstone Foods Corporation), também de ervilha, é rico em pectinas e hemiceluloses indicado como substituto de gorduras em sorvetes (111). Swelite® e Pisane® (Feikost Ingredient Co.) são substitutos de gorduras à base de fibra de ervilha e isolado protéico de ervilha respectivamente de temperos para saladas, biscoitos e pastelaria, sobremesas, alimentos infantis, produtos cárneos, molhos, sopas e outros produtos dietéticos (85). ALTERNAN é obtida por conversão da sacarose pela enzima  $\alpha$ -D-glucan sacarase. É uma dextrana produzida por *Leuconostoc mesenteroids*. A enzima hidrolisa sacarose liberando frutose e produzindo cadeia polimérica de glucose. "Alternans" e derivados são mais resistentes a hidrólise que maltodextrinas e derivados de amido, resultando em menor ingestão calórica. Consistem em pó branco, que originam soluções límpidas, mas que não apresentam as propriedades emulsificantes à semelhança das gomas. Pode ser aplicado na elaboração de bebidas, sobremesas geladas, produtos panificáveis, substituindo maltodextrinas ou goma arábica na proporção 1 : 1 (18).

#### 4 MISTURA DE SUBSTITUTOS DE GORDURAS

Além dos inúmeros produtos citados, a potencialização dos efeitos dos diferentes substitutos de gorduras pode ser conseguida pela utilização de misturas ("blends") (65). A simples mistura de vários ingredientes proporciona produtos de maior funcionalidade para aplicações específicas. A escolha é determinada pelo custo, qualidade, inocuidade e pela performance. Podem ser compostos de amidos modificados, proteínas e sólidos de xarope de milho, gomas e emulsificantes ou uma emulsão estabilizada de gordura, água e proteína. Estas misturas podem ser encontradas comercialmente, de forma a atender as necessidades de processamento e às características específicas de cada produto (8,10,21,22,37,43,44,54,57,62,65,69,73,78,84,85,91,97,106).

A maioria dos produtos citados, exceto os análogos de lipídios (gorduras sintéticas) que ainda estão em desenvolvimento, são ingredientes cuja segurança está estabelecida, através de avaliações toxicológicas por instituições internacionais e são consagrados pelo uso. A Resolução nº 04/88 - CNS/MS de 24/11/88 reviu as tabelas de aditivos do Decreto nº 55871 de 26/3/65 que permitiu a utilização entre os estabilizantes (ET) e/ou espessantes (EP), dos seguintes aditivos: amidos modificados, celulose

microcristalina, carboximetilcelulose, goma arábica, guar e xantana. Além desta resolução, outros atos administrativos liberaram ingredientes ou estabeleceram limites para sua utilização: goma guar, goma xantana, goma arábica, carboximetilcelulose (Portaria nº 7- DINAL/MS de 06/06/89); goma carragena (Portaria nº 38-DINAL/MS de 15/12/89 e Portaria nº 57 - DIPROD/MS de 17/4/91); Simplesse (Ofício DOI/DIPOA/AUP nº 228/93) e polidextrose (Portaria nº 53 - DIPROD/MS de 04/04/91). Ésteres de poliglicerol de ácidos graxos (Autorização DIPROD/MS nº 188/91 e 236/91) e ésteres de sacarose de ácidos graxos (Resolução nº 04/88 - CNS/MS) são permitidos como estabilizantes pela legislação brasileira (5).

## 5 CONCLUSÃO

À semelhança dos produtos dietéticos obtidos pela redução de açúcar ou de sua isenção nos anos 80, os produtos obtidos pela redução ou susbtituição de gorduras encontram um mercado promissor, atendendo a pessoas preocupadas com melhores condições de saúde e manutenção ou redução de peso. O incentivo proporcionado pela demanda tem permitido o avanço tecnológico no desenvolvimento de melhores aditivos, ingredientes e métodos de produção.

### Abstract

The consumption of high levels of fats is associated with heart disease, obesity and others health problems. Fat replacers are currently being used in many kinds of foods. Water and carbohydrates, proteins and/or lipids are the majors elements used in the replacement of fats. This article reviews the mechanisms of the replacement, properties, mode of selection, and legislation in Brazil of fat replacers. It is also presented some products easily founded in the international market.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 STALEY MANUFACTURING CO. Anti-staling fat mimetic: too good to be true. Prepared Foods, Chicago, v. 160, n. 9, p. 133-134, Aug. 1991.
- 2 ALONSO, S, SETSER, C. Functional replacements for sugars in foods. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 5, n. 5, p. 139-146, May 1994.
- 3 ALTSCHUL, Aaron M. Low calorie foods. Food Technology, Chicago, v. 43, n. 4, p. 113-125, Apr. 1989.
- 4 APPL, Richard C. Confectionery ingredients from starch. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 3, p. 148-149, Mar. 1991.

- 5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. Compêndio de Legislação de Alimentos. São Paulo : ABIA, 1989 / 1993.
- 6 AVICEL® cellulose gel (microcrystalline cellulose). General technology. Philadelphia : FMC Corporation, 1993. 8 p. Publicação técnica.
- 7 AVICEL® celulose gel (microcrystalline cellulose). Product description. Philadelphia : FMC Corporation, 1985. 12 p. Publicação técnica.
- 8 BARTLAN, Mike J. Healthy and light foods: understanding the consumer. British Food Journal, Bradford, v. 95, n. 3, p. 3-11, Apr. 1993.
- 9 BENNETT, C. J. Formulating low-fat foods with good taste. Cereal Foods World, St. Paul, v. 37, n. 6, p. 429-432, June 1992.
- 10 BEST, Daniel, DZIUK-O' DONNELL, Claudia, NELSON, Lisa. Fat and cholesterol reduced foods. Prepared Foods, Washington, v. 161, n. 8, p. 66-87, July 1992.
- 11 BEST, Daniel. New dimensions in fat substitution. Prepared Foods, Chicago, v. 161, n. 3, p. 59-62, Mar. 1992.
- 12 BOATELLA, J., CODONY, R., RAFECAS, M. Estratégias para la substitución de grasas en los alimentos. Alimentaria, Madrid, v. 239, n. 30, p. 27-31, ene./feb. 1993.
- 13 BOURSIER, Bernard. Applications alimentaires des amidons modifiés. Industries Alimentaires et Agricoles, Paris, v. 111, n. 9, p. 583-592, Sept. 1994.
- 14 BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Divisão de Operações Industriais. Ofício DOI/DIPOA/AUP nº 228/93 de 28 de setembro de 1993. Autorização de uso do produto SIMPLESSE Dry 100 - Concentrado protéico de soro de leite. Brasília, 1993.
- 15 BUSS, Dale D. Trimming the fat from fat replacer expectations. Food Processing, Chicago, v. 54, n. 10, p. 44-49, Oct. 1993.
- 16 BYRNE, Maureen (Ed.). Fat replacers in focus. Chilton's Food Engineering International, Radnor, v. 17, n. 4, p. 41-48, Sept. 1992.
- 17 CALPRO Ingredientes. California : CALPRO, [199-]. 12 p. Publicação técnica.
- 18 CÂNDIDO, Lys Mary Bileski, CAMPOS, Adriane Mulinari. Dietéticos: aditivos e ingredientes. São Paulo : Varela, 1995. [400] p. No prelo.

- 19 CARBOHYDRATE ingredients. Their characteristics and applications. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 3, p. 171-174, Mar. 1991.
- 20 CARRAGEENAN: general description. Lille Skensved : Copenhagen Pectin Factory Ltd., [199-]. 20 p. Publicação técnica.
- 21 CLARK, Deane. Fat replacers and fat substitutes. Food Technology, Chicago, v. 48, n. 12, p. 86, Dec. 1994.
- 22 COMO escolher: um guia profissional para amidos alimentícios Bridgewater : National Starch and Chemical Company, 1994. 10 p.
- 23 DEIS, Ronald C. Adding bulk without adding sucrose. Cereal Foods World, St. Paul, v. 39, n.2, p. 93-97, Feb. 1994.
- 24 DOUBLIER, Jean-Louis. Rhéologie des polyosides en milieu aqueux: solutions, gels et mélanges. Industries Alimentaires et Agricoles, Paris, v. 111, n. 1/2, p. 22-28, jan./fév. 1994.
- 25 DUXBURY, Dean D. Carrageenan stabilizes extend shelf life food systems. Food Processing, Chicago, v. 51, n.7, p. 108-110, July 1990.
- 26 DUXBURY, Dean D. Dietary fiber: many sources, multi-functional. Food Processing, Chicago, v. 52, n. 5, p. 136-139, May 1991.
- 27 DUXBURY, Dean D. Emulsifiers alter fat functionalities. Food Processing, Chicago, v. 53, n. 5, p. 86-88, May 1992.
- 28 DUXBURY, Dean D. High fiber and protein derived from golden peas. Food Processing, Chicago, v. 53, n. 5, p. 55-56, May 1992.
- 29 DUXBURY, Dean D. NDM & WPC: versatile dairy proteins in economical forms. Food Processing, Chicago, v. 53, n. 5, p. 124-128, 132, May 1992.
- 30 DUXBURY, Dean D., MEINHOLD, Nancy M. Dietary fats & oils. Food Processing, Chicago, v. 52, n. 2, p. 58-72, Mar. 1991.
- 31 DZIEZAK, Judie D. A focus on gums. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 3, p. 116-132, Mar. 1991.
- 32 DZIEZAK, Judie D. Fats, oils and fat substitutes. Food Technology, Chicago, v. 43, n. 7, p. 67-74, July 1989.
- 33 EGGCELLENT. Low fat. Low cholesterol Yolk. Deerfield: The NutraSweet Company, 1994. 3 p.

- 34 EGGCELLENT™ 8550. Low fat. Low cholesterol. Deerfield : The NutraSweet Company, Dec. 1994. 2 p.
- 35 EWITT, Lynda. Gum, set and match. Food Manufacture, London, v. 69, n. 7, p. 19, July 1994.
- 36 FAT replacement. Philadelphia : FMC, 1992. 5 p. Publicação técnica.
- 37 FAT replacers in foods. Atlanta : Calorie Control Council, 1993. 110 p.
- 38 FATS, emulsifiers, and fat reduction. Lisle : Van den Bergh Foods, [199-]. Publicação técnica.
- 39 FIBRULINE®: Natural low-calorie fibre. Momalle : Cosucra, 1990. 4 p. Publicação técnica.
- 40 FOOD INGREDIENTS-EUROPE. En avant-premiere du salon. Industries Alimentaires et Agricoles, Paris, v. 111, n. 9, p. 626-628, Sept. 1994.
- 41 FOOD processing 1991 awards. Food Processing, Chicago, v. 52, n. 7, p. 69-80, 1991.
- 42 FORMULATING light foods. Chilton's Food Engineering International, Radnor, v. 18, n. 3, p. 13-14, June 1993.
- 43 GIESE, James H. Developing low-fat meat products. Food Technology, Chicago, v. 46, n. 4, p. 100-108, Apr. 1992.
- 44 GLICKSMAN, Martin. Hydrocolloids and the search for the "oily grail". Food Technology, Chicago, v. 45, n. 10, p. 94-103, Oct. 1991.
- 45 GLORE, Stephen R. et al. Soluble fiber and serum lipids: a literature review. Journal of the American Dietetic Association, Chicago, v. 94, n. 4, p. 425-436, Apr. 1994.
- 46 GOULD, Jay. Indulgent ice cream. Dairy Foods, Denver, v. 95, n. 6, p. 86, June 1994.
- 47 GUMS: the missing link. Chilton's Food Engineering International, Radnor, v. 19, n. 3, p. 13-16, June 1994.
- 48 HAUMANN, Barbara F. Fat replacers. Identifying valid analytical methods. International news on fats, oils, and related materials, Champaign, v. 4, n. 11, p. 1226-1235, Nov. 1993.

- 49 HAYES, Johnnie R. Review of triacylglycerol digestion, absorption, and metabolism with respect to SALATRIM triacylglycerols. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, v. 42, n. 2, p. 474-483, Feb. 1994.
- 50 HEWITT, Lynda. The low fat no fat boom. Food Manufacture, London, v. 68, n. 3, p. 23-24, Mar. 1993.
- 51 HIGHLIGHTS of FIE '93. Confectionery Production, Surrey, v. 59, n. 9, p. 682-700, Sept. 1993.
- 52 HIRATA, Rita, SOUZA, Walter José. Carboximetilcelulose na indústria alimentícia: uma abordagem técnica. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 24, n. 3/4, p. 168-179, 1990.
- 53 INGREDIENTS for and from fermentation. Food Technology, Chicago, v. 47, n. 12, p. 96-104, Dec. 1993.
- 54 INGREDIENTS for low-sodium / low-fat foods. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 10, p. 124-136, Oct. 1991.
- 55 IYENGAR, Radha, GROSS, Akika. Fat substitutes. In: GOLDENBERG, Israel, WILLIAMS, Richard. Biotechnology and Food Ingredients. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991. p. 287-313.
- 56 JANE, Jay-lin. Preparation and food applications of physically modified starches. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 3, n. 6, p. 145-148, June 1992.
- 57 KERNER, P., WARD, F. M. Blend of hydrocolloids mimics fats and oils. Food Technology, Chicago, v. 46, n. 6, p. 156, June 1992.
- 58 KEVIN, Kitty. Food additives '95. Food Processing, Chicago, v. 55, n. 12, p. 70-73, Dec. 1994.
- 59 KINSELLA, John E. Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition and health. Food Technology, Chicago, v. 42, n. 10, p. 124-144, Oct. 1988.
- 60 KULP, Karel, LORENZ, Klaus, STONE, Martha. Functionality of carbohydrate ingredients in bakery products. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 3, p. 136, 138-140, 142, Mar. 1991.
- 61 LaBARGE, Robert G. The search for a low caloric oil. Food Technology, Chicago, v. 42, n. 1, p. 84-90, Jan. 1988.

- 62 LABARGE, Robert. Other low-calorie ingredients: fat and oil substitutes. In: NABORS, Lyn O 'Brien, GELARDI, Robert C. (Ed.). Alternative sweeteners. 2.ed. New York : Marcel Dekker, 1991. p. 423-449.
- 63 LILLFORD, P. J., NORTON, I. T. High molecular weight food additives: where are we going? Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 5, n. 6, p. 196-198, June 1994.
- 64 LOWER fat, not lower standards. Cranbury : Quaker/Rhône-Poulenc Food Ingredients, [1993?]. 10 p. Publicação técnica.
- 65 LUCCA, Paula A., TEPPER, Beverly J. Fat replacers and the functionality of fat in foods. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 12-19, Jan. 1994.
- 66 MADE in USA. Food Ingredients & Analysis International, Rickmansworth, p. 18-26, Mar. 1994.
- 67 MARINE colloids®: the carrageenan people. Philadelphia : Introductory Bulletin A-1, 1991. 6 p. Publicação técnica.
- 68 MARINE colloids® carrageenan: general technology. Philadelphia : FMC Corporation, 1993. 8 p. Publicação técnica.
- 69 MARSHALL, S. Food ingredients: the role for dairy products. Food Australia, North Sydney, v. 47, n. 3, p. 105-107, Mar. 1995.
- 70 MAUREL, E. Cohen. Produits allégés en matière grasse: Santé, l'argument n° 1. Process, Sévigné, n. 1083, p. 65-67, mai 1993.
- 71 MCAULEY, C., MAWSON, R. Low-fat and low-salt meat products ingredients. Food Australia, North Sidney, v. 46, n. 6, p. 283-286, June 1994.
- 72 McMINDES, Mathew K. Applications of isolated soy protein in low-fat meat products. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 12, p. 61-64, Dec. 1991.
- 73 MERMELSTEIN, Neil H. Functional ingredient blend produces low-fat products to meet consumer expectations. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 11, p. 70-74, Nov. 1991.
- 74 MILLER, Mark S., BULIGA, Gregory S. Function of hydrocolloids as fat replacers. In: INTERNATIONAL FOOD HYDROCOLLOID CONFERENCE '94 OHIO, 1994. Anais ... Columbus, 1994. p. 45.

- 75 MOPPETT, F. H. Whey protein-based ingredients has application in low- and non-fat dairy products. Food Technology, Chicago, v. 47, n. 6, p. 204, June 1993.
- 76 MORR, Charles V. Improving the texture and functionality of whey protein concentrate. Food Technology, Chicago, v. 46, n.1, p. 110-113, Jan. 1992.
- 77 NEWS: Ingredients. Food Ingredients and Analysis International, Watford, p. 6-8, Mar. 1995.
- 78 NEW ingredients and applications. Food Technology, Chicago, v. 49, n. 1, p. 102-126, Jan. 1995.
- 79 PENICHTER, Karen A., McGINLEY, Joseph. Cellulose gel for fat-free food applications. Food Technology, Chicago, v. 45, n. 6, p. 105, June 1991.
- 80 PENNY, Clare. Setting standards in gelling. Food Ingredients & Processing International, Rickmansworth, p. 19-22, Nov. 1991.
- 81 PFIZER INC. Pfizer introduces Dairy-Lo®. Confectionery Production, Surrey, v. 59, n. 7, p. 538-542, July 1993.
- 82 PLUG, Hans, HARING, Peter. The role of ingredient-flavour interactions in the development of fat-free foods. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 150-152, May 1993.
- 83 PRODUCT development: trends and ingredients. Food Australia, North Sydney, v. 46, n. 12, p. 547-548, Dec. 1994.
- 84 PRODUCT focus: fat replacers. Food Processing, Chicago, v. 53, n. 1, p. 78-81, Jan. 1992.
- 85 PRODUCT portfolio. Cereal Foods World, St. Paul, v. 40, n. 5, p. 375-383, May 1995.
- 86 REDUCED-FAT meat, poultry products petition sent to FSIS. Food Chemical News, Washington D.C, v. 36, n. 36, p. 46-47, Oct. 31, 1994.
- 87 RHÔNE-POULENC. Low-fat systems from Rhône-Poulenc. Food Australia, North Sydney, v. 46, n. 12, p. 557, Dec. 1994.
- 88 RIZZOTTI, Robert. Les agents de texture. Épaississants, géifiants, stabilisants. Industries Alimentaires et Agricoles, Paris, v. 111, n. 9, p. 563-573, Sept. 1994.
- 89 ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v. 33, n. 2, p. 103-148, Mar. 1993.

- 90 SETSER, Carole S., RACETTE, Wendi. Macromolecule replacers in food products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v. 32, n. 3, p. 275-297, Oct. 1992.
- 91 SHOWCASE: fat replacers. Prepared Foods, Chicago, v. 161, n. 2, p. 81-88, Feb. 1992.
- 92 SIMPLESSE®: all natural fat substitute. A nutrition overview. Deerfield : The NutraSweet Company, 1992. 9 p. Publicação técnica.
- 93 SIMPLESSE®: substituto natural de gordura: uma visão científica. 2.ed. São Paulo : The NutraSweet Company, 1993. 13 p. Publicação técnica.
- 94 SIMPLY starch. Food Manufacture, London, v. 68, n. 9, p. 51-52, 56, Sept. 1993.
- 95 SINGHAL, Rekha S., GUPTA, A. K., KULKARNI, P. R. Low-calorie fat substitutes. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 2, n. 10, p. 241-244, Oct. 1991.
- 96 SLIKTA, Mario J. C. Sistemas de substituição de gorduras ("fat-replacement"). São Paulo : Tovani Benzaquen, 1994. 16 p.
- 97 SMITH, Robert E., FINLEY, John W., LEVEILLE, Gilbert A. Overview of SALATRIM, a family of low-calorie fats. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, v. 42, n. 2, p. 432-433, Feb. 1994.
- 98 SOBCZYNSKA, D., SETZER, C. S. Replacement of shortening by maltodextrin-emulsifier combinations in chocolate layer cakes. Cereal Foods World, St. Paul, v. 36, n. 12, p. 1017-1018, Dec. 1991.
- 99 SOFTLY, Billy J. et al. Composition of representative SALATRIM fat preparations. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, v. 42, n. 2, p. 461-467, Feb. 1994.
- 100 SPOTLIGHT on mixing and kneading. Confectionery Production, Surrey, v. 59, n. 9, p. 748, Sept. 1993.
- 101 STALEY Food Ingredients. Decatur : Staley Manufacturing Company, 1994. 5 p.
- 102 STARCHS and Gums. Food Technology, Chicago, v. 46, n. 6, p. 174-178, June 1992.
- 103 STILL-water crystals. Hampshire : Woodstone Technologies Corporation, 1993. 2 p. Publicação técnica.

- 104 SUBSTITUTS de matières grasses et édulcorants. Process, Sévigné, n. 1097, p. 80-81, sept. 1994.
- 105 SUDERA, Oscar. Desenvolvimentos recentes na área de aditivos: simplesse. In: SEMINÁRIO SOBRE ADITIVOS E COADJUVANTES DE TECNOLOGIA PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (1993 : Campinas). Anais do Seminário Aditivos e Coadjuvantes de Tecnologia para Indústria de Alimentos. Campinas : International Life Sciences Institute-ILSI Brasil/ Universidade Estadual de Campinas, 1993. p. 17-48.
- 106 SUMMER KAMP, B., HESSER, M. Fat substitutes update. Food Technology, Chicago, v. 44, n. 3, p. 92-97, Mar. 1990.
- 107 SUPERCREME ®. A revolutionary new dairy flavor that also provides fat replacement functionality. Spokane : Comercial Creamery Co., 1992. 2 p. Publicação técnica.
- 108 THE SIMPLESSE COMPANY. All-natural fat substitute cuts fat, not flavor. Prepared Foods, Chicago, v. 160, n. 6, p. 123, May 1991.
- 109 THE WONDER powder. Santa Ana : The carrageenan Company, 1994. 14 p. Publicação Técnica.
- 110 TODO por la figura. Indústria Alimentícia, Illinois, v.5, n.4, p. 42-46, Abr. 1994.
- 111 WARD, F. M., ANDON, S. A. Water-soluble gums used in snack foods and cereal products. Cereal Foods World, St. Paul, v. 38, n. 10, p. 748-752, Oct. 1993.