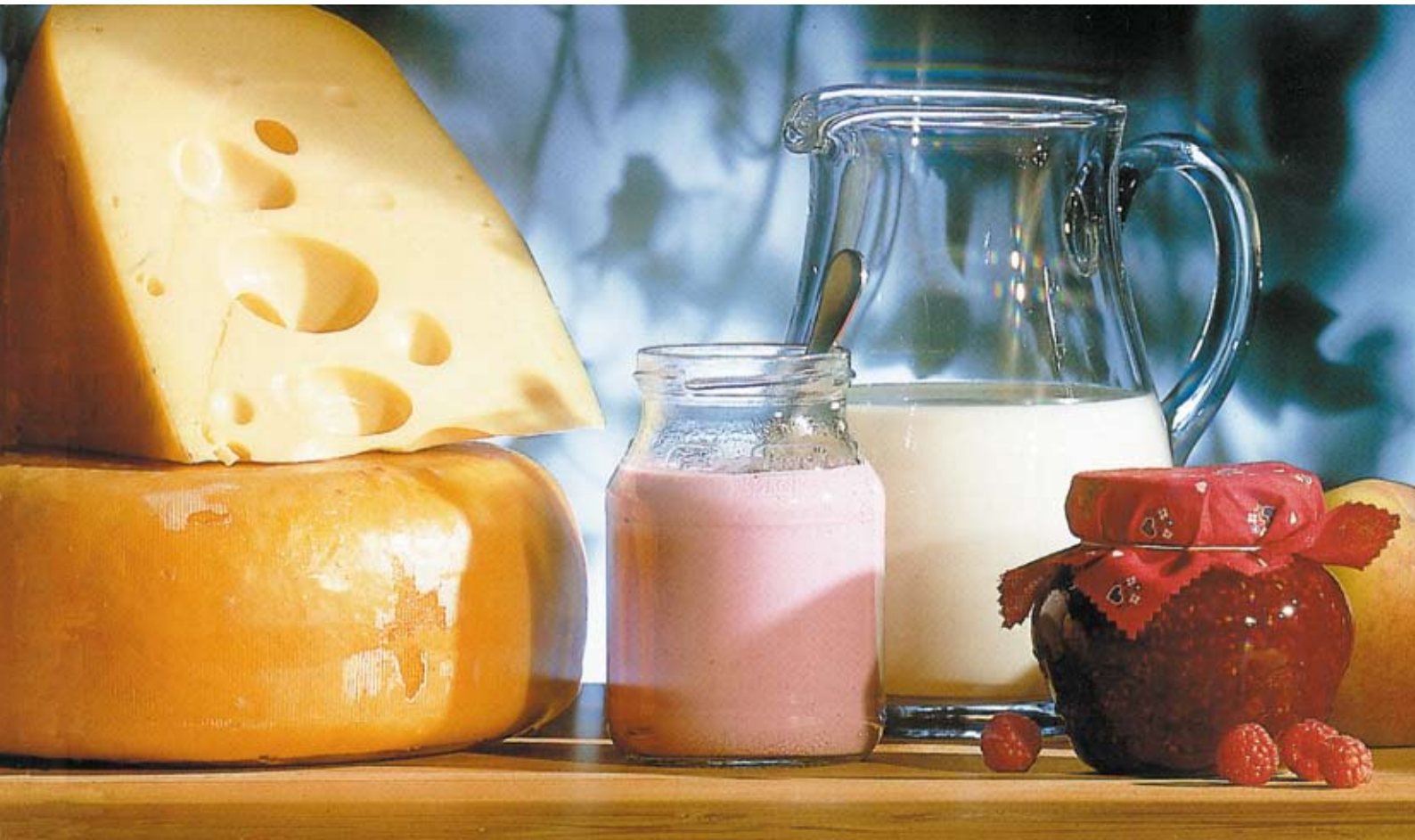




# SUBSTITUTOS DE GORDURA

A necessidade nutricional para reduzir a gordura na dieta foi reconhecida há uma década. Porém, a completa compreensão das complexidades técnicas envolvidas na redução da gordura em alimentos é mais recente. Para atender as necessidades da indústria alimentícia, um extenso número de ingredientes foi desenvolvido somente com a finalidade de substituição da gordura. Assim, mais de 200 ingredientes estão comercialmente disponíveis ou estão em diferentes fases de desenvolvimento para serem utilizados como substitutos de gordura em alimentos.



## INTRODUÇÃO

O consumo de gordura relacionado à etiologia de doenças cardiovasculares motivou o interesse súbito por produtos alimentícios com menos gordura ou, até mesmo, com zero gordura. Contudo, o desafio foi produzir variantes de baixo teor de gordura com características sensoriais que se assemelhassem aos produtos padrão, ou seja, aos alimentos com gordura. Para tanto, durante os últimos 10 a 15 anos a indústria alimentícia investiu recursos e esforços consideráveis.

Um problema frequente foi o desenvolvimento de produtos que não apresentassem as diferentes conseqüências da remoção de quantidades significativas de gordura de um produto em particular. Para combater essa conseqüência apresentada nas prósperas variantes de baixo teor de gordura, foi essencial entender

a multiplicidade das funções da gordura nos alimentos e, nesse contexto, examinar a matriz do alimento na qual a gordura será substituída. Devido ao papel crucial desempenhado pela gordura nos alimentos, ficou óbvio que o desenvolvimento de variantes de baixo teor de gordura com qualidade semelhante as das contrapartes de gordura total dependia dos ingredientes alternativos usados na substituição da gordura. Conseqüentemente, foram desenvolvidos vários ingredientes para o propósito específico de substituição da gordura. O resultado foi a descoberta de mais de 200 ingredientes (comercialmente disponível ou em fases diferentes de desenvolvimento) que podem ser usados para substituição da gordura. Na verdade, a gordura pode ser vista como uma “medida padrão” ou de referência, semelhante a sacarose no caso dos adoçantes. Porém, a

substituição da sacarose pode ser vista agora como uma tarefa relativamente fácil, comparada com a substituição de gordura.

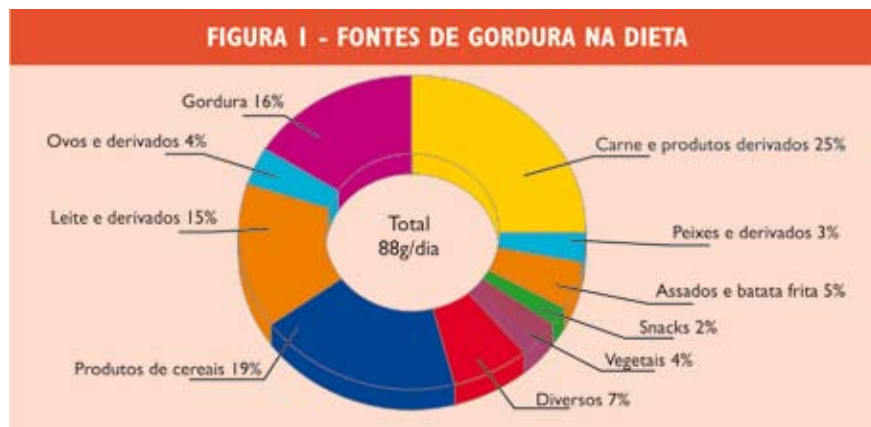
Outro ponto que deve ser levado em consideração são as diferentes estratégias que podem ser adotadas no desenvolvimento do produto e como estas evoluíram e por quê. Por último, ao desenvolver alimentos com baixo teor de gordura, várias considerações importantes precisam ser analisadas, tais como as implicações tecnológicas, microbiológicas e legislativas, bem como os aspectos comerciais.

## AS FUNÇÕES DA GORDURA NOS ALIMENTOS

O nível de gordura determina as características nutricionais, físicas, químicas e sensoriais dos alimentos.

Fisiologicamente, as gorduras têm três funções básicas nos alimentos: agem como fonte de ácidos graxos essenciais (ácidos linolênico e linoléico); agem como portadores de vitaminas solúveis em gordura (A, D, E e K); e são fonte importante de energia. Do ponto de vista nutricional, apenas as duas primeiras funções podem ser consideradas como essenciais, uma vez que outros nutrientes, ou seja, carboidratos e proteínas podem agir como fontes de energia. Normalmente, até mesmo as dietas muito baixas em gordura podem satisfazer essas exigências. Isso mudou o estilo de vida das pessoas durante o passar dos anos, ou seja, as exigências com relação a energia oriunda dos alimentos diminuiu significativamente. Ao mesmo tempo, a proporção de energia derivada da gordura, a qual o consumo além de ser a fonte mais concentrada de energia tem outros efeitos adversos em saúde, permaneceu alta. A Figura 1 ilustra a contribuição relativa da gordura em diferentes alimentos, considerando uma ingestão de 88g/dia, o que representa 38% de energia total ou aproximadamente 43% de energia alimentícia, ou seja, excluindo o álcool.

A função nutricional da gordura em alimentos não estaria completa sem mencionar o seu aspecto fisiológico/psicológico, principalmente quanto ao papel da gordura na obtenção da saciedade. Pesquisas têm demonstrado que o consumo de gordura está associado a um estado subsequente de “saciedade”, de tal forma que, implicitamente, a redução de gordura poderia conduzir a uma compensação de energia e ao aumento do consumo de alimentos. Porém, deve-se salientar que a maioria dos estudos sobre saciedade foram realizados utilizando substitutos de gordura não calóricos e não absorvíveis, como poliésteres de sacarose, por exemplo. Tais substitutos de gordura não foram aprovados para uso em



Fonte: consumidores do Reino Unido (informações compiladas pelo Ministry of Agriculture, Fisheries and Food)

alimentos e, conseqüentemente, esses estudos não retratam a realidade atual do mercado onde são usadas gorduras miméticas para reduzir o conteúdo de gordura dos produtos alimentícios.

As funções físicas e químicas da gordura em produtos alimentícios podem ser agrupadas, uma vez que a natureza química das gorduras determina, mais ou menos, suas propriedades físicas. Assim, o comprimento da cadeia de carbono de ácidos graxos esterificados com o glicerol, o seu grau de insaturação e a distribuição dos ácidos graxos, e a sua configuração molecular (i.e. se estiverem na forma de isômeros *cis* ou *trans*), bem como o estado polimórfico da gordura, afetam as propriedades físicas dos alimentos, como por exemplo, viscosidade, ponto e características de derretimento, cristalinidade e espalhabilidade.

A gordura também afeta as propriedades físicas e químicas do produto e, conseqüentemente, apresenta várias implicações práticas, sendo as mais importantes o comportamento do produto alimentício durante o processamento (estabilidade ao calor, viscosidade, cristalização e propriedades de aeração), as características de pós-processamento (sensibilidade a quebra/corte, pegajosidade, migração e dispersão) e a estabilidade de armazenamento, que pode incluir estabilidade física (de - emulsificação, migração ou separação de gordura), esta-

bilidade química (rançidez ou oxidação) e estabilidade microbológica (atividade de água -  $a_w$  e segurança).

As gorduras têm uma função importante na determinação das quatro principais características sensoriais de produtos alimentícios, ou seja, a aparência (brilho, translucidez, coloração, uniformidade da superfície e cristalinidade), a textura (viscosidade, elasticidade e dureza), o sabor (intensidade de *flavor*, liberação de *flavor*, perfil de sabor e desenvolvimento de *flavor*) e o *mouthfeel* (derretimento, cremosidade, lubricidade, espessura e grau de *mouth-coating*).

Assim, a redução de gordura em produtos alimentícios deve levar em consideração o seu papel multifuncional, particularmente, sua presença na matriz do alimento é fator determinante de suas propriedades químicas, físicas e sensoriais, bem como de suas características de processamento. A importância relativa das diferentes funções da gordura no alimento varia de acordo com cada produto alimentício e do tipo de gordura usado. Quanto maior o número das características de qualidade determinadas pela gordura, mais acentuado será seu efeito, e mais complexo se tornará o *approach* requerido quando uma parte significativa da gordura for substituída. No desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura, é de grande utilidade utilizar um diagrama

em espinha-de-peixe (*fishbone diagram*), também conhecido como diagrama de Ishikawa, para se ter uma boa visualização do perfil de funcionalidade global do produto. A Figura 2 ilustra essa técnica básica através da qual um perfil de funcionalidade para um determinado produto pode ser traduzido por um grupo de atributos físico-químicos e sensoriais. Da mesma forma, um perfil de funcionalidade detalhado, decorrente da presença de gordura em um produto, pode ser definido e usado como uma ferramenta no desenvolvimento de produtos para descobrir o sistema de ingredientes que irá atender ao perfil exigido. Diagramas em espinha-de-peixe também têm sido utilizados para ilustrar os aspectos multifuncionais da redução de gordura.

## OS SUBSTITUTOS DE GORDURA: TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

Durante anos, diferentes termos tem sido utilizados para ingredientes desenvolvidos especificamente para substituição de gorduras em alimentos. Isto tem gerado uma certa confusão na literatura com relação a terminologia usada para os ingredientes substitutos de gordura. Assim, torna-se necessário seguir uma aproximação mais sistemática com relação a sua terminologia.

Inicialmente, o termo “substituto de gordura” foi usado para todos os ingredientes, indiferentemente da extensão na qual o ingrediente era capaz de substituir a gordura e dos princípios que



determinam a sua funcionalidade. O principal interesse estava direcionado para o descobrimento de um ingrediente capaz de substituir completamente a gordura em todos os sistemas alimentícios. O ingrediente ideal precisaria ter uma estrutura química semelhante e propriedades físicas semelhantes as da gordura, mas precisaria ainda ser resistente a hidrólise, através de enzimas digestivas, para ter zero ou muito baixo valor calórico.

Na segunda metade dos anos 80, os únicos ingredientes capazes de cumprir com todas essas exigências eram compostos sintéticos, como o Olestra. A principal diferença prática entre as combinações sintéticas e outros ingredientes lançados com a finalidade de substituição de gordura, consistia apenas na capacidade das combinações sintéticas em substituir a gordura em uma relação de peso igual. Todos os outros ingredientes requeriam água para obter a sua funcionalidade e sua capacidade em substituir a gordura, se baseavam no princípio

de reproduzir (imitar) algumas características físicas e sensoriais associadas com a presença de gordura no alimento. Conseqüentemente, o termo “gordura mimética” foi criado para distinguir este grupo de ingredientes.

Rapidamente, passou-se a usar erroneamente de forma intercambiável os termos ingleses *fat substitute*, *fat replacer*, *fat extender*, *low-calorie fat* e *fat mimetic*. Em uma tentativa de padronização, pode-se definir esses termos da seguinte forma:

***Fat replacer* (substituto de gordura):** é um termo genérico para descrever qualquer ingrediente que substitua gordura;

***Fat substitute* (substituto de gordura sintético):** é um composto sintético projetado para substituir gordura em igualdade de peso (*weight-by-weight*), apresentando uma estrutura química semelhante à gordura, mas resistente a hidrólise pelas enzimas digestivas;

***Fat mimetic* (gordura mimética):** é um substituto de gordura que necessita de alto conteúdo

Durante anos, diferentes termos tem sido utilizados para ingredientes desenvolvidos especificamente para substituição de gorduras em alimentos.

de água para atingir sua funcionalidade;

**Low-calorie fat (gordura de baixa caloria):** é um triglicéride sintético que combina ácidos graxos não convencionais na cadeia principal glicerol, resultando em valor calórico reduzido;

**Fat extender (extensor de gordura):** é um sistema de substituição de gordura que contém uma proporção de gorduras e/ou óleos convencionais, combinados com outros ingredientes.

Uma das principais características dos ingredientes substitutos de gordura é a falta de semelhança entre ambos em termos de estrutura química e física específica. O que eles têm em comum, sob determinadas condições, é a capacidade de substituir a gordura e atender algumas propriedades funcionais associadas à gordura em um determinado produto. Por definição, os substitutos de gordura representam um grupo discrepante de ingredientes para os quais não é fácil prover uma classificação simples. Mesmo porque, alguns grupos incluem subgrupos de ingredientes de estrutura química e propriedades funcionais semelhantes,

enquanto outros grupos contêm apenas um ou dois ingredientes desenvolvidos. Em resumo, uma aproximação sistemática baseada em uma única característica ou características não pode ser usada, porque seriam excluídos muitos ingredientes.

Assim, existem muitas alternativas disponíveis para substituição ou redução da gordura em alimentos. O conteúdo de gordura de um produto pode ser diminuído substituindo-o, total ou parcialmente, por um componente menos energético. O modo clássico é utilizar agentes espessantes; porém, há o inconveniente destes produtos serem considerados aditivos.

Vários substitutos de gordura têm sido desenvolvidos. Tais produtos devem ter analogia funcional às gorduras que substituem, serem livres de efeitos tóxicos e não produzirem metabólitos diferentes daqueles produzidos pela gordura convencional, ou serem completamente eliminados do organismo.

Os substitutos de gordura podem ser classificados em três categorias principais: baseados em proteínas, baseados em car-

boidratos e compostos sintéticos. Existem outras categorias além das citadas, como por exemplo, substitutos baseados em gorduras de compostos hidrossolúveis, ou ainda, hidrocolóides, grupo onde a maioria dos substitutos se enquadra, com exceção dos compostos sintéticos e emulsificantes.

## SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM PROTEÍNAS

São produtos com aplicação limitada por não poderem ser utilizados para produtos de panificação e para frituras, devido às altas temperaturas alcançadas nestes processos. O aquecimento causa coagulação e desnaturação das proteínas, resultando em perda de cremosidade e textura que simulam a presença de gorduras. Além disso, as proteínas tendem a não se ligar quimicamente aos componentes de *flavor*, causando perda de intensidade ou, inclusive, formação de odores estranhos. Estas reações são altamente específicas e se alteram de acordo com a fonte de proteína utilizada



e com os outros componentes da formulação, sendo difícil prever o comportamento do substituto de gordura em formulações sem que sejam realizados testes prévios.

Os substitutos baseados em proteínas são geralmente derivados de proteínas encontradas em ovos, leite, milho e outros alimentos. Quando em altas concentrações (acima de 10%), as proteínas de soro de leite possuem propriedades funcionais para serem utilizadas como substitutos de gordura. Estes concentrados protéicos são considerados GRAS (*Generally Recognized as Safe*) pela FDA (*Food and Drug Administration*) e são utilizados na maioria dos substitutos baseados em proteínas.

Misturas de proteínas de clara de ovo e leite com outros produtos, como açúcares, pectina e ácidos, são utilizadas comercialmente para produção de substitutos de gordura mais complexos e completos. Muitas vezes, a microparticulação é utilizada na produção destes compostos e consiste na aplicação de calor às proteínas de maneira que coagulem na forma de gel, ao mesmo tempo em que se submete o sistema a uma força de cisalhamento, fazendo com que as proteínas coaguladas formem partículas de diâmetro muito pequeno (0,1 a 2,0 $\mu$ m). É muito importante o tamanho de partícu-

las desta ordem, pois até 3 $\mu$ m não são percebidas como partículas individuais, sendo dessa maneira sua textura associada com a da gordura. Proteínas de fontes diversas podem ser convertidas em proteínas microparticuladas, mas as proteínas de leite e ovos são as mais utilizadas. Quando o substituto de gordura é apenas a proteína microparticulada, que é uma simples modificação física de sua estrutura, este é considerado GRAS pela FDA.

Substitutos de gordura baseados em proteínas podem ser utilizados em formulações de sobremesas, iogurtes, queijos, sorvetes, maioneses, margarinas e molhos. A Tabela 1 apresenta os principais substitutos de gordura baseados em proteínas comercializados atualmente.

## SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS

Os carboidratos e produtos à base de carboidratos têm sido usados para substituir total ou parcialmente (de 50% a 100%) óleos e gorduras em uma grande variedade de alimentos. Os carboidratos fornecem 4kcal/g, mas como os substitutos baseados nestes são normalmente utilizados

em soluções de 25% ou 50% em formulações de alimentos, tem-se somente 1kcal/g ou 2kcal/g no produto final.

No grupo dos substitutos de gordura baseados em carboidratos encontram-se dextrinas, amidos modificados, polidextrose, gomas, entre outros; são termoestáveis e podem ser utilizados em produtos de panificação. Porém, os carboidratos não fundem, portanto, não podem ser utilizados em frituras. Devido ao seu alto poder de associação com água, ocorre aumento da atividade de água e conseqüente redução da vida de prateleira do produto.

Entre os carboidratos utilizados para substituição de gordura estão os amidos modificados e dextrinas, a polidextrose, as gomas, a celulose microcristalina e outras misturas de substitutos de gordura baseados em carboidratos. A seguir serão apresentados comentários básicos sobre cada uma dessas alternativas.

O amido degradado a compostos de menor peso molecular com DE (dextrose equivalente) mais baixos tem propriedades que imitam a gordura. Diferentes propriedades podem ser obtidas dependendo da fonte de amido utilizada (batata, milho, aveia, arroz, tapioca) e do tipo e grau de modificação aplicado. Amidos

TABELA 1 - PRINCIPAIS SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM PROTEÍNAS

Produto	Designação	Função
CMP-I	proteína de leite	melhora a funcionalidade da gordura remanescente
AMP800	proteína de soro de leite concentrada	simula textura e sensação de gordura na boca
CALPRO75	proteína de soro de leite concentrada	estabiliza emulsões / dá corpo
SIMPLESSE	proteína de leite de ovo/aditivos/microparticulada	dá corpo, textura, viscosidade, cremosidade, inibe sinérese, retém umidade
TRAILBLAZER	proteína de leite e ovo	dá corpo, textura, viscosidade, cremosidade
LITA	proteína de milho	dá corpo, textura, melhor estabilidade térmica
PROLO II	proteína de leite	dá corpo, textura, melhor estabilidade térmica
DAIRYLIGHT	proteína de leite	dá corpo, para sobremesas frias
SUPERCREME	proteína de leite	dá corpo, para alimentos com alto teor de água

TABELA 2 - PRINCIPAIS SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS: AMIDOS

Produto	Designação	Origem do Amido	Função
STA-SLIM (142, 143, 150, 151, 171)	amido modificado	batata, tapioca, milho	simula textura, melhora funcionalidade da gordura remanescente
STELLAR	amido modificado	milho modificado por ácidos	simula textura e sensação de gordura na boca
AMALEAN (I, II)	amido modificado	milho	dá corpo e textura
LODEX	maltodextrina	milho	dá volume
PASELLI SA2	maltodextrina	batata modificada enzimaticamente	simula textura e sensação na boca
TRIMCHOISE	farinha de aveia hidrolisada	aveia	simula textura e sensação na boca
MALTRIN M (040, 100, 150, 180, 520)	maltodextrina	milho modificado ácido enzimaticamente	simula textura e sensação na boca, dá volume
N-LITE (B, D, L, LP)	amido modificado, maltodextrina	milho	simula textura e sensação na boca
N-OIL	maltodextrina	tapioca	simula textura e sensação na boca
OPTAGRADE	amido de milho	milho	simula textura e sensação na boca
OATRIM	farinha de aveia modificada	aveia modificada enzimaticamente	simula textura e sensação na boca
RICE-GEL L-100	farinha de arroz	arroz	simula textura e sensação na boca
TAPIOCALINE	amido modificado	tapioca modificada enzimaticamente	dá corpo (para carnes e produtos lácteos)

com grânulos de diâmetro similar às micelas de gordura ( $2\mu\text{m}$ ) têm potencial como substitutos de gordura. Este tamanho de partícula é alcançado através de hidrólise ácida ou enzimática, atrito mecânico ou microparticulação do amido.

A Tabela 2 apresenta os principais substitutos de gordura baseados em carboidratos que tem como elemento principal o amido.

A polidextrose é um polímero de dextrose com pequenas quantidades de sorbitol e ácido cítrico. Funciona como agente espessante e umectante em vários alimentos, como também para substituir açúcar ou gordura em produtos de panificação específicos, chicles, confeitos, recheios, molhos, sobremesas, gelatinas, pudins e balas.

As gomas são polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular que se dissolvem ou dispersam em água, dando efeito espessante ou textura de géis. As gomas têm

sido usadas há cerca de 30 anos para produzir molhos para salada de baixo valor calórico e outros alimentos. Inicialmente, eram simplesmente utilizadas como instrumentos de formulação antes da idéia de serem utilizadas como substitutos de gordura. Em níveis baixos (0,1% a 0,5%), as gomas aumentam a viscosidade e estabilizam emulsões quando a água é utilizada para substituir gordura em alimentos.

As gomas xantana e alginatos são usadas em molhos para saladas, proporcionando a formação de soluções altamente viscosas, mesmo em baixas concentrações, e possuem comportamento pseudo-plástico, que é fundamental para simular a sensação de gordura na boca. A goma guar, devido às suas propriedades de absorver água, é muito útil em produtos congelados e de panificação. As gomas também podem ser utilizadas em produtos lácteos. A carragena é utilizada em hambúrgueres de baixa caloria, com apenas 9% de

calorias provenientes de gordura, sendo responsável pela sensação de gordura na boca. A pectina funciona como agente gelificante e espessante. Pectinas com baixo teor de metoxilas (grau de metilação menor que 50%) formam géis termorreversíveis elásticos que simulam consideravelmente os efeitos da gordura.

Na decisão de qual goma utilizar, devem ser considerados os efeitos da temperatura na solubilidade e dispersibilidade da goma, bem como as características reológicas do gel formado e os efeitos do pH e concentração nas propriedades gelificantes da goma. A compatibilidade com outros constituintes da formulação é outra característica importante a ser considerada. As gomas são muito utilizadas em conjunto com celulose microcristalina.

A celulose microcristalina é uma forma da celulose em que a parede celular das fibras das plantas foram fisicamente fragmentadas. Após a hidrólise ácida da polpa de

TABELA 3 - SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS: GOMAS E CELULOSE

Produto	Designação	Função
METILCELULOSE	Metilcelulose	simula textura e sensação na boca
HIDROXIPROPIL METILCELULOSE	Hidroxipropil metilcelulose	simula textura e sensação na boca
AVICEL	Gel celulose, celulose microcristalina	simula textura e sensação na boca, opacidade
NOVAGEL	Gel celulose, guar	simula textura e sensação na boca, opacidade
EX-CEL	Gel celulose, celulose microcristalina	simula textura e sensação na boca, melhora funcionalidade da gordura remanescente, dá volume
SLENDID	pectina	simula textura e sensação na boca
CMI 5050	carragenana	absorção de água em produtos cárneos
CARRAFAT	carragenana	absorção de água em produtos cárneos
LITESSE	polidextrose	substitui parte da gordura e açúcar, dá volume

celulose, a celulose microcristalina permanece insolúvel e é, em seguida, separada e submetida a atrito mecânico, fazendo com que se quebre em agregados cristalinos coloidais. Estes agregados são secos juntamente com carboximetilcelulose e outros ingredientes funcionais para garantir a re-dispersão dos cristais.

A celulose microcristalina é não calórica e pode substituir 100% da gordura em molhos para salada, produtos lácteos e sobremesas. Todos os ingredientes deste produto são GRAS de acordo com o regulamento da FDA. A habilidade deste produto em agir como estabilizante é particularmente útil para aplicações em formulações de baixo conteúdo de gorduras.

A Tabela 3 apresenta os principais substitutos baseados em carboidratos que tem como base gomas e celulose.

## SUBSTITUTOS DE GORDURA SINTÉTICOS

São substâncias similares à gordura, mas resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas.

As gorduras naturais consistem de glicerol esterificado com um a três ácidos graxos. A estrutura básica pode ser redesenhada das seguintes maneiras:

- a parte glicerol pode ser substituída por um álcool alternativo;

- os ácidos graxos podem ser substituídos por outros ácidos, como por exemplo, ácidos carboxílicos ramificados;

- a ligação éster pode ser “revertida”;

- a ligação éster pode ser reduzida a uma ligação éter.

Uma outra maneira de desenvolver substitutos de gordura sintéticos se baseia na tentativa de reproduzir as propriedades de óleos e gorduras comestíveis utilizando-se polímeros ou óleos naturais, cujas propriedades químicas não estejam relacionadas com a estrutura triglicéridica. Alguns exemplos incluem a utilização de materiais poliméricos não absorvíveis já existentes ou desenvolvê-los de tal modo que apresentem características similares às gorduras convencionais, ou ainda, desenvolver microcápsulas para substituir o glóbulo de gordura em alimentos emulsificados. Além disso, alguns produtos naturais, como o óleo de jojoba, podem ser utilizados como substitutos de gordura em potencial.

Da substituição do glicerol por um álcool alternativo, obtêm-se alguns substitutos de gordura, como os poliésteres de sacarose

ou SPE (*Sucrose PolyEster*), os poliésteres de rafinose, o estearato de polioxietileno, os ésteres de poliglicerol e o glicerol propoxilado esterificado ou EPG (*Esterified Propoxylated Glycerol*).

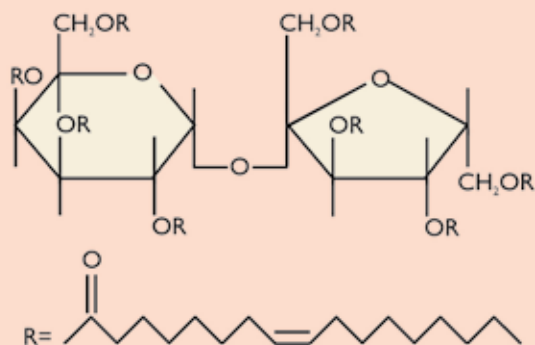
Os **ésteres de sacarose** ou **poliésteres de sacarose** (SPE), têm sido desenvolvidos como substituto de gordura para uso em alimentos de baixa caloria e como um meio de diminuir os níveis de colesterol no sangue. Conhecido mundialmente pelo seu nome comercial Olestra, este produto é uma mistura de hexa-, hepta- e octaésteres de sacarose com ácidos graxos, cujo número de carbonos varia de 8 a 18 (veja Figura 1). Se o ácido graxo tem menos que 10 carbonos, a probabilidade de hidrólise é maior.

As propriedades físicas dos poliésteres de sacarose são similares às da gordura convencional e dependem dos ácidos graxos utilizados na sua síntese. São estáveis durante o aquecimento, mesmo a altas temperaturas, como em frituras, por exemplo. Proporcionam gosto, textura e sensação de gordura na boca, como os da gordura convencional, em uma variedade de produtos, incluindo frituras e produtos de panificação, bem como produtos lácteos.

Os poliésteres de sacarose são aprovados pela FDA desde 1987,



FIGURA 1 - ESTRUTURA DO POLIÉSTER DE SACAROSE



para uso como aditivo, substituindo 35% da gordura em gorduras e óleos de uso doméstico, e 75% da gordura em frituras para serviços de alimentação e para produção comercial de produtos tipo *snack*.

Já os **poliésteres de rafinose** consistem de ésteres de trissacarídeos (veja Figura 2). Suas propriedades físicas são similares às dos poliésteres de sacarose e de óleos vegetais.

O **estearato de polioxiétileno** é um material gorduroso originalmente desenvolvido para uso como emulsificante, contribuindo com apenas 4,2kcal/g, obtido da fração estearato.

Os **substitutos de ésteres poliglicerol** têm como álcool um poliglicerol e cadeias de ácidos graxos (veja Figura 3). Tais produtos se assemelham e têm gosto

de gordura, mas contribuem com menos calorias do que as gorduras convencionais. Dependendo do comprimento da cadeia de poliglicerol e do número e tipo das cadeias de ácidos graxos, muitos produtos com propriedades físico-químicas variadas podem ser obtidos.

Apenas os ésteres parciais podem ser utilizados como substitutos. Seu uso em pequenas quantidades já oferece características de cremosidade aos alimentos. Os ésteres de poliglicerol são ingredientes multifuncionais, pois podem ser usados como emulsificantes, substitutos de gordura, como meio de solubilização de vitaminas lipossolúveis para facilitar a incorporação destas em sistemas lipofóbicos, entre outros. Podem ser utilizados em sorvetes, margarinas, gorduras

vegetais, coberturas para confeitados, sobremesas e produtos de panificação.

O **glicerol propoxilado esterificado** (EPG) consiste de compostos termoestáveis e não calóricos, cuja estrutura é similar à da gordura convencional. Para produzir um triglicérido não calórico, a glicerina reage com o óxido de propileno, dando origem a um poliálcool poliéster, que por sua vez é esterificado com ácidos graxos. Pode ser utilizado em *spreads*, sobremesas, molhos para saladas e produtos de panificação.

O **óleo de jojoba** é um líquido fluído a temperatura acima de 100°C, sendo uma mistura de ésteres lineares de ácidos graxos insaturados de cadeia longa e álcoois graxos, ou seja, os componentes álcool e ácido deste óleo contêm principalmente 20 a 22 carbonos, sendo que cada um contém uma insaturação (veja Figura 4). Esta estrutura o torna adequado para uso como substituto de gorduras. Várias pesquisas foram desenvolvidas para verificar a digestibilidade do óleo de jojoba, que não é afetado por lípases que hidrolisam óleos e gorduras vegetais e animais, sen-

FIGURA 2 - ESTRUTURA DO POLIÉSTER DE RAFINOSE

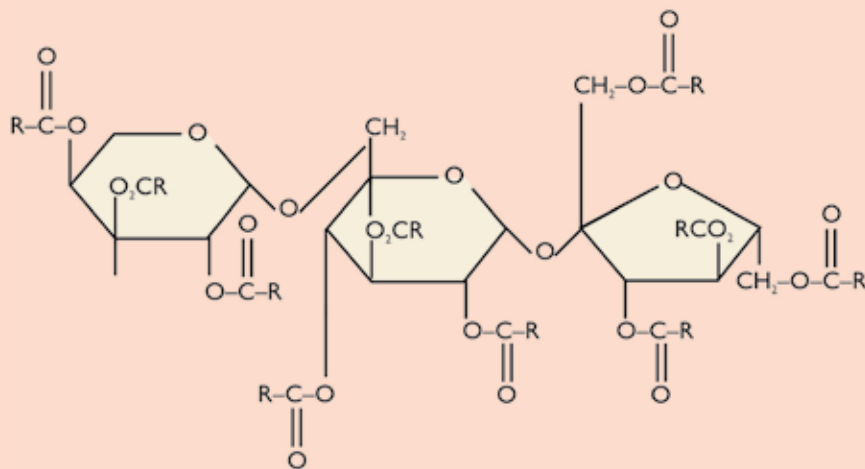


FIGURA 3 - ESTRUTURA DO ÉSTER DE POLIGLICEROL

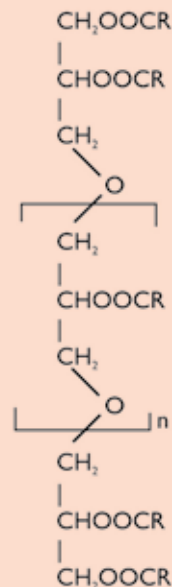
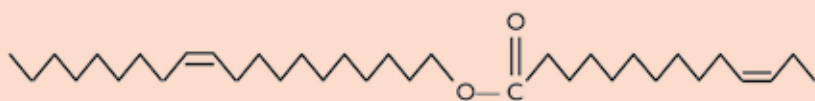


FIGURA 4 - ESTRUTURA DE UM DOS COMPONENTES DO ÓLEO DE JOJOBA



do portanto não metabolizados. Pode ser utilizado em molhos para salada e óleos de mesa. O sabor e estabilidade são comparáveis aos óleos de soja, açafrão e gergelim. Ademais, existem possibilidade do óleo de jojoba ser um agente redutor de colesterol.

## OUTROS TIPOS DE SUBSTITUTOS DE GORDURA

Outros substitutos de gordura têm sido desenvolvidos tais como os triglicerídeos de cadeia média (TCM), os lipídios estruturados, os próprios emulsificantes e outras misturas funcionais.

O **óleo de coco**, por exemplo, que tem uma grande porcentagem de ácidos graxos de 6 a 10 carbonos, é uma boa fonte de triglicerídeos de cadeia média. Os TCM's são recomendados para pessoas que não podem consumir triglicerídeos que contenham ácidos graxos de cadeia longa.

Os TCMs podem ser utilizados a temperaturas relativamente altas e tem valor calórico um pouco inferior ao da gordura normal. Ao contrário de outras gorduras, são utilizados como fonte de energia imediata, tal como os carboidratos, e apresentam baixa tendência de incorporar-se ao tecido adiposo. Geralmente são reconhecidos como produtos GRAS.

Os TCMs são líquidos à temperatura ambiente, têm baixa viscosidade, são insípidos e inodoros, incolores e resistentes à oxidação devido à saturação de seus ácidos graxos. Também são muito estáveis a temperaturas extremas, ou seja, permanecem a baixa viscosidade mesmo depois de uso prolongado a temperaturas de fritura, enquanto os óleos

convencionais formam polímeros, aumentando sua viscosidade. Sob essas condições, a viscosidade dos TCMs chega apenas ao nível de um óleo convencional não aquecido. Por outro lado, a temperaturas extremamente baixas, permanecem líquidos, não necessitando de aquecimento para fundi-los.

Os TCMs são utilizados como solvente, substituindo óleos vegetais, propilenoglicol, triacetina, óleo mineral e ácido benzílico, sendo aplicados como meio de solubilização de compostos lipossolúveis (sabores, corantes, vitaminas e fármacos), facilitando sua incorporação em outros sistemas. São utilizados também em confeitos, frutas secas e alimentos de baixa caloria, molhos para saladas, produtos de panificação, alimentos congelados, queijos, etc.

Outro substituto de gordura recomendado para uso é o lipídio estruturado que, na verdade, consiste de TCMs que foram interesterificados com um ácido graxo de cadeia longa. Um exemplo é o produto comercialmente disponível denominado Caprenin, que é um triglicerídeo de baixa caloria formado pela esterificação do glicerol com três ácidos graxos: caprílico (C8:0), cáprico (C10:0) e behênico (C22:0). Possui propriedades funcionais similares às da manteiga de cacau, podendo substituir parte da mesma em produtos como balas e coberturas para confeitos. É considerado um produto GRAS pela FDA e fornece 5kcal/g de caloria.

Uma outra família de substitutos de gordura é formada pela mistura de ácidos graxos de cadeia longa (geralmente esteárico) com ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico)

esterificados ao glicerol. Essa família, conhecida comercialmente como Salatrin, fornece as mesmas propriedades físicas das gorduras, mas com aproximadamente metade das calorias de uma gordura normal, pois os ácidos graxos de cadeia curta fornecem menos calorias por unidade de peso do que os ácidos graxos de cadeia longa. São produzidas pela interesterificação de óleos vegetais altamente hidrogenados com triglicerídeos de ácidos acético, propiônico e butírico. A mistura resultante contém distribuição de ácidos graxos representativa do material inicial distribuído ao acaso no glicerol. Fornecem aproximadamente 5kca/g.

Os emulsificantes são outra classe de substitutos de gordura em alimentos. Eles agem como auxiliares das propriedades da gordura, fazendo com que pouca quantidade de gordura associada aos emulsificantes apresentem o mesmo efeito do que quantidades maiores de gordura sem o auxiliar. Existem muitos tipos de emulsificantes que diferem entre si por suas estruturas e propriedades físicas e metabólicas. Os principais emulsificantes baseados em lipídios incluem mono e diacilgliceróis, estearoil lactato de sódio e lecitina. Apesar destes compostos fornecerem 9kcal/g como as gorduras convencionais, reduzem o conteúdo de gordura e valor calórico do produto no qual são utilizados, pois podem ser aplicados em quantidades menores na sua formulação. Substituem as gorduras vegetais, total ou parcialmente, em misturas para bolo, biscoitos, glacês e produtos lácteos.

As misturas funcionais também estão incluídas entre os substitutos de gordura. Trata-se de ingredientes formulados para atingir características específicas. Um exemplo é o *Prime-o-Lean*, matriz cuja formulação contém água, óleo de canola parcialmente hidrogenada, plasma de carne bovina hidrolisado,

farinha de mandioca e alginato. É definido como um tecido adiposo artificial, sendo um composto que absorve água e funciona como gordura em produtos cárneos. Outro exemplo é o *Lean-maker*, à base de farelo de aveia, com especiarias e condimentos. O farelo de aveia é o produto que melhor se aplica em produtos cárneos quando se trata de substituir a gordura, pois proporciona a mesma textura, sabor e suculência de produtos que contém gordura, além de reter a umidade, não deixarem sabor residual de cereal e ainda fornecer uma pequena quantidade de fibra ao produto final. É considerado GRAS pela FDA e utilizado em produtos cárneos, principalmente embutidos e hambúrgueres.

## EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS E TECNOLOGIAS

Diante das novas recomendações nutricionais que apareceram no início dos anos 80, a primeira estratégia adotada foi simplesmente remover a gordura do produto padrão, sem qualquer tentativa de mudança organoléptica. A indústria láctea foi a primeira a adotar tal estratégia, com a introdução do semidesnatado e, subsequentemente, do leite desnatado. Essa estratégia um pouco drástica, que mudou consideravelmente a qualidade organoléptica do produto final, gerou dúvidas quanto a sua aceitabilidade, ou ainda se, passado o período inicial de euforia das recomendações nutricionais, os consumidores não voltariam

gradualmente a consumir o leite “gorduroso” padrão, fazendo com que as variedades com gordura reduzida passassem a pertencer a um pequeno nicho de mercado. Todavia, a história provou o contrário e o consumo de leite líquido com redução de gordura cresceu a uma taxa notável. A estratégia de remoção direta de gordura adotada pela indústria láctea demonstrou ser um sucesso, ganhando a aceitação do consumidor, apesar das mudanças óbvias das características sensoriais do produto.

Processamentos semelhantes ocorreram subsequentemente em outros setores da indústria de alimentação. Assim, a carne magra e a carne de boi crua, a carne de porco e o cordeiro estão, agora, disponíveis nos supermercados da maioria dos países desenvolvidos com um conteúdo de gordura que varia de 15% a 10% e, inclusive, abaixo de 5%. Carnes moídas desse tipo também apareceram recentemente nas prateleiras dos supermercados.

Contudo, essa estratégia não é totalmente possível para a maioria dos produtos alimentícios, porque na maioria dos casos, a estabilidade física, as propriedades funcionais e, em muitos casos, a estabilidade microbiológica é adversamente afetada. O mesmo se aplica quando a gordura é substituída apenas através de água. Nesse caso, a remoção direta de gordura sem compensação limita a aplicabilidade, dependendo do tipo de produto, e o nível de redução de gordura pretendido. O número limitado de produtos para os quais esta estratégia pode ser

aplicada levou ao desenvolvimento de novos métodos para redução de gordura em alimentos.

O principal desafio no desenvolvimento de alimentos com redução de gordura é obter a redução de gordura mantendo as qualidades do produto tradicional com gordura tão próximas quanto possível. Isso envolve o uso de ingredientes funcionais, inclusive, a gama de substitutos de gordura disponível.

Para a maioria dos produtos alimentícios, a redução de gordura é associada ao aumento do conteúdo de água. Sendo assim, a primeira necessidade para igualar-se a qualidade do produto padrão é estruturar a fase de água, pelo uso de tais ingredientes funcionais, como proteínas, gomas, estabilizadores, agentes de gelificação e outros espessantes, aumentando os agentes emulsificantes e fibras. A escolha dos ingredientes depende do tipo de produto e do nível de redução de gordura desejado, contudo, precisa ser equilibrada cuidadosamente contra os seus efeitos na multiplicidade de características do produto. A estratégia requer conhecimento completo dos ingredientes disponíveis e compreensão das relações de estrutura/função da matriz do produto.

Atualmente, como já mencionado, existem muitos ingredientes utilizados para substituição de gordura, comercialmente disponíveis ou em fase avançada de desenvolvimento. A maioria dos substitutos de gordura disponíveis no mercado é baseada na habilidade em estruturar a fase de água para obter estruturas iguais a gordura que imitam a estrutura físi-

**A aproximação holística para redução de gordura está baseada no fato de que, por um lado, a maioria dos produtos alimentícios é composto por sistemas relativamente complexos e, por outro lado, que qualquer gordura mimética possui limitações em sua habilidade para cobrir as muitas e diferentes funções da gordura.**

ca e/ou as características sensoriais da gordura.

A aproximação holística para redução de gordura está baseado no fato de que, por um lado, a maioria dos produtos alimentícios é composto por sistemas relativamente complexos e, por outro lado, que qualquer gordura mimética possui limitações em sua habilidade para cobrir as muitas e diferentes funções da gordura. A estratégia evoluiu porque na maioria dos casos nenhuma das aproximações para substituição de gordura resultou em um produto final satisfatório, com redução significativa de gordura, sem que houvesse comprometimento de algumas das características de qualidade (por exemplo, estabili-

dade sensorial, física, estabilidade biológica microscópica) do produto padrão.

Assim, chegou-se ao método de utilizar um substituto de gordura em conjunto com outros ingredientes (estabilizantes, emulsificantes, por exemplo), ou o uso de uma mistura de ingredientes projetada para aplicação de um produto em particular. Mais recentemente, isso foi substituído pelo uso de mais de um substituto de gordura em conjunto com uma gama de ingredientes padrão. Porém, a última estratégia holística, com o objetivo de produzir produtos de ótima qualidade com baixos níveis de teor de gordura ou em versões *fat-free*, precisa ir além dos ingredientes usados.

Isto não só se aplica ao desenvolvimento de produtos de baixo teor de gordura, mas também a todo desenvolvimento de produto alimentício. Esta é uma estratégia holística que deve receber maior atenção, para se chegar a compreensão da funcionalidade dos vários ingredientes e de como eles interagem um com o outro. Muitos dos avanços em atividades de desenvolvimento de produto foram fundamentados predominantemente de forma empírica, uma vez que os produtos com baixo teor de gordura são privados da funcionalidade de gordura, sendo muito mais sensíveis a interações moleculares, especialmente entre sabor e outros ingredientes, e os que afetam a textura.



## Z-TRIM: SISTEMA DE SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA, SEM REDUZIR O SABOR DOS ALIMENTOS



O Z-Trim é uma nova tecnologia de substituição de gorduras, a qual se aplica muito bem em produtos alimentícios, tais como laticínios, sorvetes e produtos culinários.

Trata-se de um polímero de glicose formado por ligações  $\beta$  1-4, derivada do milho, mais especificamente da celulose amorfa originada na camada não ligante da celulose cristalina, com ótimo desempenho para substituição de gordura e redução de valor calórico, apresentando zero caloria.

Seu uso abre novas possibilidades e inovações na indústria alimentícia, uma vez que com ele é possível produzir alimentos com níveis de gorduras saturadas, *trans* e totais reduzidos, transformando-os assim em alimentos mais saudáveis sem perda nas características sensoriais.

O Z-Trim é um produto composto por 90% de fibras insolúveis, em média, 100% natural, feito à base de cereais com zero caloria, constituindo assim um alimento totalmente seguro. Quimicamente falando, o Z-Trim é constituído de celulose amorfa, sendo que durante o processo de fabricação, a celulose proveniente dos resíduos de cereais tem sua estrutura molecular "aberta", deixando disponíveis diversos grupos hidroxila OH-, tornando possível a ligação de água através de pontes de hidrogênio. Deste modo, essa estrutura tem a capacidade de ligar até 24 partes de água e não é liberada através de nenhum processo ou variações de temperatura e pH.

Sua utilização não interfere na aparência, textura ou sabor dos alimentos. Esse é um produto único, sem similar no mercado.

O Z-Trim é de fácil aplicação, uma vez que não necessita de aquecimento. Sua adição é feita no início do processo na forma pó ou, então, pode ser adicionado na forma de gel, hidratando a fibra com água em diferentes concentrações, dependendo do nível de substituição desejado e do processo utilizado.

Esse ingrediente foi desenvolvido para proporcionar às pessoas alimentos saborosos, saudáveis e nutritivos com reduzidos teores de gorduras. O Z-Trim possibilita a substituição de, no mínimo, 50% da gordura dos alimentos, podendo, em alguns casos, chegar a níveis mais elevados de substituição.

Além da propriedade de substituição de gordura possui outras funcionalidades, tais como agente de textura, melhorador de cremosidade, entre outras, podendo assim atuar também como substituto de alguns hidrocolóides e ingredientes funcionais, como goma guar, xantana, LBG e amido.

Z-Trim apresenta ótima capacidade de formação de gel através da incorporação da água, estando disponível em diversas concentrações para diversas aplicações, desde molhos para salada até produtos como molhos, maionese, marinados, queijos, sorvetes e produtos cárneos. Depois de hidratado, é um ótimo agente emulsificante, propriedade essencial para o objetivo a que se propõe. Considerado um produto de baixa caloria, reduz a concentração de amido de trigo em produtos de panificação, aumenta o bolo fecal de forma a aumentar o período no trato intestinal e reduzir a absorção de açúcar e, ainda, reduz a absorção normal de carboidratos ligados às suas moléculas. Quando metabolizado pelos microrganismos do intestino grosso, resulta em ácidos graxos de cadeia curta que acidificam o meio e facilitam a proliferação da flora benéfica para o sistema digestivo.

As principais propriedades do Z-Trim incluem:

- Excelente retenção de umidade;
- Melhora no volume e textura dos produtos finais;
- Ótima aeração e agente de densidade;
- Dificulta compactação da massa;
- Poder emulsificante;
- Ótimo espessante e estabilizante;
- Turva o meio e confere opacidade;
- Boa dispersão e viscosidade;
- Ótima capacidade de formação de gel.

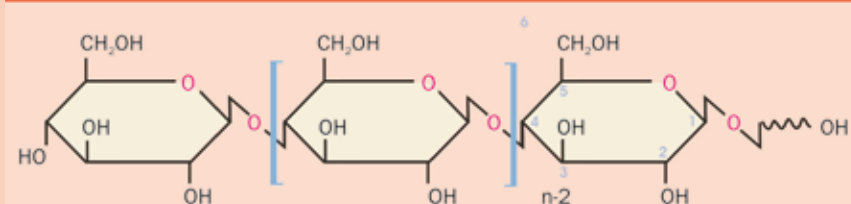
As principais vantagens de se utilizar o Z-Trim nas mais diversas aplicações incluem:

- Redução no teor de gorduras, saturadas e/ou hidrogenadas;
- Agrega valor para produtos *light*;
- Prolongada sensação de saciedade e sabor inalterado, sem efeitos colaterais;
- Fibra dietética, benéfico para o bom funcionamento do trato intestinal;
- Promotor de viscosidade;
- Estável ao calor e descongelamento;
- Proporciona extensão do *shelf life*;
- Boa dispersão e tempo de hidratação relativamente curto;
- Resistência à ampla faixa de pH (4-11);
- Sustentabilidade e benéfico para o meio ambiente: obtido de uma fonte renovável através da incorporação de resíduos.

Pode ser aplicado em inúmeras formulações de produtos alimentícios, proporcionando os benefícios já mencionados:

- Cream cheese: contribui para boa dispersão;
- Molho para saladas: controla viscosidade e estabiliza o sistema;
- Molhos em geral: controle de textura e viscosidade;
- Cárneos: retenção de água, agente emulsionante para salsichas e patês;
- Panificação: substitui gordura, confere textura, homogeneidade e maciez;
- Látceos: substitui gordura e estabiliza o sistema.

### ESTRUTURA MOLECULAR DO Z-TRIM



**KRAKI**  
Kienast & Kratschmer Ltda.

**Vogler**  
Ingredients

Conheça nossas soluções para  
**a indústria alimentícia**

*Acidulantes*

*Antioxidantes*

*Corantes Naturais*

*Conservantes*

*Condimentos*

*Espessantes*

*Estabilizantes*

*Edulcorantes*

*Hidrocolóides*

*Proteínas*

*Sistemas Funcionais*

**doremus**

Soluções em Ingredientes

**+55 11-2436-3333**

[www.doremus.com.br](http://www.doremus.com.br)