

## Efeito da utilização de substitutos de gordura em queijos *light*

### Effect of the fat substitutes used in light cheeses production

RIALA6/1372

Iris Martins DIAMANTINO, Ana Lúcia Barretto PENNA\*

\* Endereço para correspondência: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo - UNESP, Rua Cristóvão Colombo, 2.265, São José do Rio Preto, SP, Brasil, CEP: 15054-000, e-mail: analucia@ibilce.unesp.br  
Recebido: 02.06.2011 - Aceito para publicação: 10.08.2011

#### RESUMO

Os queijos são alimentos reconhecidos como fontes de cálcio, fósforo e proteína, importantes na alimentação adequada. Contudo, certos queijos também estão associados à ingestão de alta quantidade de gorduras, que podem causar doenças coronarianas e carcinogênicas. Embora os consumidores estejam conscientes quanto à necessidade de redução da ingestão de gorduras, ainda não estão satisfeitos com a qualidade dos queijos *light* disponíveis no mercado, pois a retirada parcial ou total da gordura promove algumas alterações indesejáveis, principalmente em relação à textura e ao sabor. Com o propósito de oferecer produtos adequados sob o ponto de vista nutricional e agradáveis ao paladar, foram desenvolvidas alternativas de melhoria nas características dos queijos *light*. Uma das alternativas consiste no uso de substitutos de gordura, aditivos que atuam na melhoria das características sensoriais e funcionais dos queijos com reduzido teor de gordura. Esses substitutos de gordura podem ser compostos de proteínas, carboidratos e lipídios, ou de sua combinação, que auxiliam principalmente na retenção de umidade, e melhoram as características de queijos com reduzido teor de gordura. Nesse contexto, esta revisão tem como objetivo demonstrar as inovações e tendências do uso de substitutos de gordura para a produção de queijos *light*.

**Palavras-chave.** queijos com teor reduzido de gordura, imitadores de gordura, alimentos de baixas calorias.

#### ABSTRACT

Cheeses are known to be sources of calcium, phosphorus and protein, important nutrients for a suitable nutrition. However, certain cheeses imply the ingestion of large amounts of fats, which can cause the development of coronary heart and carcinogenic diseases. Although consumers are aware of the necessity of reducing the fats intake, they are still not pleased with the quality of light cheeses available on the market, because the partial or total fat removal provides some undesirable changes, especially regarding to the product texture and flavor. In order to offer products nutritionally adequate and palatable, alternatives have been developed to improve the characteristics of light cheeses. Such alternatives include the use of fat substitutes, those additives that improve the functional and sensory characteristics of cheeses with reduced fat. Fat substitutes composed of proteins, carbohydrates and lipids, or a combination of them, help the retention of moisture and eliminate the undesirable characteristics of fat reduced-cheeses. In this context, this review aims at reporting the innovations and trends on the use of fat substitutes to produce light cheeses.

**Keywords.** reduced fat cheeses, fat mimetics, low calorie food.

## INTRODUÇÃO

O consumo de produtos lácteos é incentivado principalmente devido à presença de cálcio, fósforo e de proteínas, essenciais ao desenvolvimento físico e manutenção da saúde.

No caso dos queijos, devido à sua composição, há paralelamente, um consumo significativo de gordura<sup>1</sup>.

A gordura atua de diferentes formas nos alimentos, contribuindo no sabor, aroma, suculência, maciez e cremosidade. Contudo, a ingestão de altas quantidades desse componente está associada ao desenvolvimento de doenças coronarianas, à obesidade e a alguns tipos de câncer. Nesse contexto, há um incentivo para que as pessoas tenham uma alimentação mais saudável, resultando na necessidade de produção de alimentos com redução do teor de gordura, incluindo os queijos<sup>2,3,4</sup>.

No entanto, a redução do teor de gordura nos queijos geralmente promove alterações indesejáveis de sabor e textura. Dessa maneira, os queijos com reduzido teor de gordura não se assemelham à versão integral, dificultando sua aceitabilidade pelos consumidores<sup>1,3,5</sup>.

Várias alternativas têm sido apresentadas para melhorar a qualidade dos queijos com reduzido teor de gordura. As principais estratégias utilizadas são as modificações tecnológicas do processo de fabricação, o uso de culturas adjuntas, de enzimas e de substitutos de gordura<sup>3,5,6</sup>.

## QUEIJOS LIGHT

### Conceito e características

O termo queijo *light* geralmente refere-se a queijos cujo teor de gordura é menor em relação às versões integrais. Nos Estados Unidos esses queijos receberam uma classificação: livres de gordura (*fat free*), com menos de 0,5 g de gordura por porção; baixo teor de gordura (*low fat*), com no máximo 3 g de gordura por porção; *light*, quando menos que 50% das calorias são provenientes da gordura; teor de gordura reduzido (*reduced fat*), mínimo de 25% de redução no teor de gordura total por amostra<sup>5</sup>.

No Brasil, a redução do teor de gordura (G), para alimentos em geral é citada na Portaria nº 27 de janeiro de 1998. Essa legislação aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, incluindo informações em relação ao teor de gordura para qualquer tipo de alimento.

Especificamente para queijos, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos faz classificação quanto ao teor de gordura no extrato seco. Assim, na versão tradicional, os queijos são classificados como: extra gordo ou duplo creme: mínimo de 60% G; gordos: entre 45,0% e 59,9% G; semi-gordo: entre 25,0% e 44,9% G; magros: entre 10,0% e 24,9% G e desnatados: menos de 10,0% G<sup>7,8</sup>.

De maneira comparativa, um produto *light* é aquele que tem redução de pelo menos 25% no teor de gordura em relação à versão integral e diferença de 3 g/100 g de produto.

A legislação também faz referência aos termos em inglês, esclarecendo que o termo *light* corresponde em português aos termos reduzido e baixo<sup>8</sup>.

A retirada parcial ou total da gordura promove uma alteração no balanço dos componentes do queijo, em relação ao balanço da versão integral. A redução do teor de gordura é compensada, de maneira geral, pelo aumento da umidade e do teor proteico. Nessas condições, os queijos com reduzido teor de gordura geralmente têm menor aceitação quando comparados às versões integrais, devido aos defeitos de textura e sabor. Os defeitos de textura mais comuns são o aumento da dureza e elasticidade, enquanto que os problemas de sabor compreendem a sua baixa intensidade, redução do aroma, presença de adstringência e amargor<sup>1,3,5,9</sup>.

Na estrutura da matriz do queijo os glóbulos de gordura estão aprisionados fisicamente em uma rede de proteína com ligações cruzadas de fosfato de cálcio. A matriz é elástica quando a caseína está intacta, mas diminui com a evolução da proteólise durante a maturação do queijo. Os glóbulos de gordura aprisionados servem para limitar a deformação da matriz do queijo e sua distribuição determina a uniformidade e o grau de ligações cruzadas da matriz de caseína. Quando parte da gordura é removida, a caseína passa a desempenhar uma função maior na textura do queijo. Além disso, com essa remoção também ocorre insuficiente quebra da caseína, especialmente na hidrólise da  $\alpha_{s1}$ -caseína. Assim a textura de um queijo com reduzido teor de gordura é caracterizada como dura e elástica<sup>3,10,11</sup>.

A interferência da gordura no sabor característico do queijo está relacionada à sua hidrólise. Esse sabor pode ser obtido diretamente pela presença de ácidos graxos, de acordo com o tipo, concentração

e proporção definida, ou indiretamente, após transformações bioquímicas, resultando na formação de outros compostos aromatizantes, tais como cetonas, metil-cetonas e lactonas<sup>12</sup>, que podem contribuir com o desenvolvimento de sabor do queijo pela hidrólise da gordura ou da proteína. A gordura também é benéfica para mascarar o gosto amargo. A composição de muitos peptídios amargos compreende aminoácidos carregados negativamente em uma extremidade e, principalmente, aminoácidos hidrofóbicos na outra e essa disposição na interface entre a gordura e a água pode mascarar o amargor. Isso explica porque a redução da gordura aumenta a tendência do queijo apresentar gosto amargo<sup>11</sup>. Dessa forma, os defeitos de sabor em queijos com reduzido teor de gordura incluem a baixa intensidade do gosto e aroma típico em relação à versão integral, além de amargor e adstringência. Esses defeitos relacionam-se com a alteração do balanço entre gordura, proteína e umidade na produção do queijo, resultando em deficiências não apenas dos compostos de sabor da gordura do leite, mas também nos compostos gerados pela interação dos produtos da degradação da lipólise e da proteólise. Além disso, a maior umidade também favorece uma menor quantidade proporcional de sal, interferindo no sabor do produto<sup>1, 11, 13</sup>.

Comparando-se queijos Cheddar, na versão integral com formulações que apresentavam diferentes níveis de redução do teor de gordura, foram detectadas alterações de sabor durante a maturação. Os queijos com redução de gordura apresentaram gosto amargo mais pronunciado em relação à versão integral. Essas diferenças de sabor, não foram somente devido às diferenças na matriz dos queijos, mas também diferenças nas reações bioquímicas durante a maturação, que levou a um desequilíbrio entre muitos compostos que contribuem com as características de sabor<sup>1, 13</sup>.

Outro problema relacionado à redução da gordura em queijos é a redução no rendimento. Essa alteração ocorre, pois o teor de gordura pode constituir 50% ou mais do peso seco de um queijo. O rendimento em queijo é importante devido aos aspectos econômicos e do controle de processamento<sup>3, 5, 9</sup>.

### **Mercado e tendências**

O maior mercado para alimentos com reduzido teor de gordura é os Estados Unidos. Em 1998, a venda de queijos com reduzido teor de gordura correspondeu a

20% da venda total de queijos. Na Europa o mercado para esse tipo de produto é pequeno e pouco desenvolvido, sendo que no Reino Unido estão os principais consumidores de queijos com reduzido teor de gordura, correspondendo a 8% do total de vendas de queijos. Nos países mediterrâneos, como França, Itália e Espanha, o consumo de queijos integrais continua a ter uma forte influência no mercado, pois é priorizado o sabor e a autenticidade em detrimento ao conteúdo de gordura desses produtos<sup>3, 5, 14</sup>.

Em 2009, o mercado varejista nos Estados Unidos era similar ao da Europa. Em comparação com os queijos de teor integral de gordura a oferta de queijos com reduzido teor de gordura ainda é restrita, menos de 25% do volume total, com crescimento bastante pequeno nos últimos anos<sup>6</sup>.

Atualmente 15% dos adultos americanos restringem o consumo de queijo e 29% desses consumidores retomariam o consumo normal de queijos se o sabor e a textura dos queijos com teor reduzido de gordura fossem comparáveis às versões integrais. No entanto, nos últimos anos, o desenvolvimento de novos produtos para atender essa demanda tem sido bastante lento<sup>6, 15</sup>.

Childs e Drake<sup>16</sup> avaliaram a aceitabilidade de queijo Mussarella e Cheddar com diferentes níveis de redução de gordura, concluindo que os consumidores ainda não estão satisfeitos com esses queijos *light*, principalmente se a redução for maior que 50% do teor de gordura, devido às maiores alterações de sabor e textura, em relação ao queijo integral. Os autores afirmam ainda que a maioria dos consumidores não está disposta a sacrificar sabor e textura para obter redução de gordura em queijos.

Nesse contexto, mudanças significativas no sabor e textura são necessárias para que os queijos sejam comparáveis às versões integrais e bem aceitos pelos consumidores. Embora a indústria tenha alcançado avanços significativos na melhoria da qualidade de queijos com reduzido teor de gordura, os consumidores continuam a não aceitar as perdas na qualidade desses produtos em relação às versões integrais<sup>5, 6</sup>.

No Brasil, o consumo de produtos lácteos em geral é menor, quando comparado aos países desenvolvidos. O consumo per capita anual de leite no Brasil está próximo de 140 kg, enquanto em países como Suécia e Suíça, o consumo chega a mais de 330 kg.

No caso dos queijos foi observado um crescimento de produção e consumo ao longo dos anos. Os queijos mais consumidos no país, Mussarela, Prato e Requeijão culinário, tiveram juntos um crescimento de 6,25% em 2009. No entanto, o consumo de queijos com reduzido teor de gordura ainda não é expressivo, não aparecendo como uma categoria separada nas últimas tabelas fornecidas pela Associação Brasileira da Indústria de Queijos (ABIQ)<sup>17,18</sup>.

## ALTERNATIVAS DE MELHORIA PARA OS QUEIJOS *LIGHT*

### Alteração das técnicas de processamento

Alterar o processo de fabricação é a alternativa de melhoria mais antiga, que se iniciou há mais de 50 anos, e também a mais econômica. Por meio de estudos foram estabelecidos alguns parâmetros para a produção de queijos com reduzido teor de gordura. Esses parâmetros incluem: baixa temperatura de cozimento da massa, alto pH durante o corte, lavagem da massa com água fria e uso de leite homogeneizado<sup>5,9</sup>.

A redução da temperatura de cozimento, o aumento do valor de pH para a deadora e o corte proporcionam uma menor sinérese, resultando em uma maior retenção de umidade na coalhada. Essas alterações podem promover melhorias nos queijos com reduzido teor de gordura<sup>5,9</sup>.

A lavagem da massa com água fria também auxilia na retenção de umidade e, além disso, remove a lactose e solubiliza o cálcio, favorecendo o desenvolvimento de uma textura mais macia. Essa alternativa também contribui para prevenir a acidez excessiva durante a maturação<sup>3,5,9</sup>.

A homogeneização da gordura do leite utilizado para a fabricação de queijos com reduzido teor de gordura é uma opção de processo que possibilita a retenção de umidade na massa e melhora o aspecto sensorial do queijo. O aumento da superfície dos glóbulos de gordura melhora sua distribuição na matriz do queijo, melhorando conseqüentemente a textura, o corpo e o rendimento. Essa alternativa demonstrou melhorias na textura e rendimento de queijos com reduzido teor de gordura como Cheddar e Chanco<sup>19,20</sup>.

Outra alternativa utilizada para melhorar a textura dos queijos produzidos a partir de leite desnatado é a pré-concentração do leite para obter um alto teor de sólidos totais, por meio da ultrafiltração.

Teoricamente esse processo resulta na melhoria da textura do queijo, comparada com a produzida por métodos convencionais, devido à incorporação de proteínas do soro, que aumentam a capacidade de retenção de água do queijo, tornando-o mais macio<sup>21</sup>.

O uso de retentados com baixo fator de concentração tem sido testado em vários tipos de queijo com reduzido teor de gordura, incluindo o queijo Minas Frescal, Mussarela e Prato. Nesses três tipos de queijo, essa alternativa demonstrou aumento do rendimento, por meio do aumento na umidade. Além disso, para os queijos Minas Frescal e Mussarela foi observada uma melhoria na textura, sendo que no primeiro também não foi verificada interferências na proteólise<sup>22-24</sup>.

### Uso de culturas adjuntas e enzimas

Culturas adjuntas têm sido tradicionalmente utilizadas para promover e acelerar o desenvolvimento de sabor em queijos com teor normal de gordura. Essas culturas também têm sido importantes para os queijos com reduzido teor de gordura podendo melhorar ou acelerar o desenvolvimento do sabor, pelo aumento da proteólise, mais especificamente a atividade aminopeptidase, a qual reduz o gosto amargo e aumenta a concentração de peptídeos de sabor desejável e precursores voláteis de sabor. Dois tipos de culturas podem ser utilizadas: culturas adjuntas não viáveis, atenuadas e culturas adjuntas viáveis, não atenuadas<sup>9,24</sup>.

As culturas adjuntas mais comumente utilizadas são de *Lactobacillus* spp. *Lactobacillus helveticus* foi usado como cultura adjunta na produção de queijos semi-duros com reduzido teor de gordura, resultando em um aumento de proteólise, redução do gosto amargo e intensificação do sabor típico<sup>9</sup>.

O uso de culturas adjuntas (CR-213), contendo *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, foi avaliado em queijo Feta com baixo teor de gordura. O queijo foi comparado com dois controles: queijo Feta com baixo teor de gordura e queijo Feta com teor integral de gordura. Não foram observadas diferenças na composição centesimal e na textura entre os dois tipos de queijo Feta *light* produzidos. Contudo, a adição da cultura adjunta promoveu melhorias no sabor, recebendo classificações próximas ao queijo integral na análise sensorial<sup>25</sup>.

O uso de cultura adjunta em queijo Chanco com reduzido teor de gordura apresentou resultados

promissores. Não foram observadas diferenças nas características físico-químicas entre o queijo *light* e o tradicional. Além disso, na análise sensorial não foram observadas diferenças na cor, no aroma e nos aspectos gerais, comparando-se as amostras dos queijos na versão integral e *light*<sup>26</sup>.

Em queijo Prato com reduzido teor de gordura a utilização de culturas adjuntas tem demonstrado resultados favoráveis. O uso de culturas adjuntas como *Lactobacillus helveticus* e *Lactobacillus casei* promoveram aumento da proteólise melhorando as características de textura do queijo<sup>24, 27, 28</sup>.

Além do uso de culturas adjuntas, o uso de enzimas também pode colaborar no desenvolvimento da proteólise e na qualidade de queijos com baixo teor de gordura. As enzimas podem ser usadas na forma livre ou microencapsulada<sup>11</sup>. O uso de enzima proteolítica *fastuosaína*, extraída do fruto gravatá (*Bromelia fastuosa*), foi avaliado na maturação de queijo Prato com reduzido teor de gordura. A adição de enzima promoveu, desde o primeiro dia, aceleração da maturação. O uso de enzimas com baixa atividade resultou em maior proteólise e na melhoria das características físico-químicas dos queijos modificados. Além disso, os queijos com teor reduzido de gordura adicionados de enzimas proteolíticas não apresentaram amargor, defeito comum em queijos *light*<sup>29</sup>.

### Uso de substitutos de gordura

Vários aditivos têm sido investigados para promover melhorias na produção de queijos com reduzido teor de gordura, substituindo o vazio deixado pela retirada parcial ou total da gordura. Esses aditivos melhoram as características sensoriais e funcionais dos queijos com reduzido teor de gordura e incluem vários tipos de substitutos de gordura e estabilizantes, a base de proteínas, de carboidratos e de gorduras, que atuam principalmente na retenção de umidade. As aplicações desses substitutos de gordura são bastante variadas, incluindo queijos macios, semi-duros, duros, e queijos de massa filada ou fundida, como os queijos Mussarela, os processados e o Requeijão<sup>3, 5, 6</sup>. Assim, devido às modificações positivas no aspecto sensorial e por não necessitar de modificações no processamento, o uso de substitutos de gordura têm sido caracterizado como uma maneira simples e viável para promover melhorias em queijos *light*.

## SUBSTITUTOS DE GORDURA: DEFINIÇÕES E TIPOS

### Definições

Nesta revisão o termo substituto de gordura será empregado de maneira genérica, considerando o substituto como um aditivo que tem a capacidade de promover melhorias sensoriais e funcionais em queijos *light*<sup>5</sup>.

Os termos relacionados aos substitutos de gordura são bastante diversificados em inglês, contudo na legislação brasileira não tem uma definição exata para todos esses termos. Para esclarecimentos será apresentada uma adaptação sistemática dos termos utilizados em inglês<sup>2, 30, 31</sup>:

- repositor ou substituto de gordura (*fat replacer*) – um termo coletivo para descrever qualquer ingrediente para repor a gordura;
- substitutos de gordura (*fat substitute*) – composto sintético desenvolvido para repor a gordura na base peso por peso, usualmente tendo uma estrutura química similar a da gordura, mas resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas;
- imitadores de gordura (*fat mimetic*) – um repositor de gordura que necessita de elevado conteúdo de umidade para alcançar sua funcionalidade e resiste à hidrólise por enzimas digestivas;
- gorduras de baixas calorias (*low calorie fat*) – triglicerídeos sintéticos combinando ácidos graxos não convencionais na cadeia de glicerol, que resulta em reduzido valor calórico;
- extensores de gordura (*fat extender*) um sistema de gorduras contendo uma proporção de gorduras padrões ou óleos combinados com outros ingredientes.

### Tipos de substitutos

Considerando o termo substituto de gordura de maneira genérica, sua classificação está baseada principalmente, na natureza química e na origem do produto, juntamente com seu valor energético. Eles são tecnicamente divididos em carboidratos, incluindo produtos a base de fibras; proteínas modificadas, que possuam boas propriedades emulsificantes ou gelificantes, aliadas ao baixo valor energético. Também são usadas as gorduras naturais menos calóricas e as sintéticas<sup>30, 31</sup>.

Um melhor resultado com o uso dos substitutos de gordura pode ser obtido por meio da utilização de misturas, sejam elas fornecidas em produtos comerciais

ou não. Essas misturas podem proporcionar maior funcionalidade para aplicações específicas. A escolha é determinada pelo custo, qualidade, inocuidade e pelo desempenho dos substitutos de gordura<sup>2</sup>.

### **Substitutos à base de carboidratos**

Os substitutos de gordura à base de carboidratos tem sido bastante usados em diversos tipos de alimentos. Esses carboidratos atuam proporcionando propriedades de corpo e espessamento, produzindo assim uma percepção sensorial similar à da gordura. Entre os carboidratos utilizados como substitutos de gordura encontram-se as gomas, dextrinas, maltodextrinas, celulose, inulina, amidos, fibras e polidextrose<sup>2,32</sup>.

No entanto, o uso dos carboidratos como substituto de gordura apresenta algumas limitações funcionais e sensoriais. Uma importante limitação funcional é a redução da vida de prateleira do produto, devido à alta associação com a água, aumentando consequentemente, a atividade da água. A possível interferência dos carboidratos nos atributos sensoriais refere-se principalmente ao sabor. Os substitutos à base de amido e celulose podem diminuir a intensidade do sabor e contribuir para a formação de sabores próprios. Por outro lado, as gomas geralmente não interferem no sabor dos produtos nos quais são adicionadas<sup>32,33</sup>.

Em geral, os substitutos à base de carboidratos são classificados como seguros - GRAS (*Generally Recognized as Safe*) pela FDA (Food and Drug Administration). No entanto, o uso da polidextrose e da goma xantana estão aprovados para aplicações específicas<sup>32</sup>. No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos permite o uso de carboidratos em queijos de muita alta umidade tratados termicamente. Os substitutos citados são carboximetilcelulose, carragenina, goma guar, goma de algaroba ou jataí, goma xantana, goma karaya, goma arábica, agar, pectina ou pectina amidada, alginato de potássio e amidos modificados. Esses substitutos, à base de carboidratos, podem ser aplicados com a função de espessante ou estabilizante<sup>7</sup>.

Alguns exemplos de carboidratos aplicados como substituto de gordura em produtos lácteos estão apresentados na Tabela 1.

### **Substitutos à base de proteínas**

As proteínas podem atuar como importantes substitutos de gordura promovendo principalmente a incorporação de água na matriz do queijo. O uso desses

substitutos tem a vantagem das proteínas se ligarem bem aos componentes aromáticos, o que pode contribuir para melhorar o sabor dos queijos com teor reduzido de gordura<sup>2,32</sup>.

As fontes proteicas utilizadas para a produção desses substitutos são variadas, como as proteínas do soro de leite, de ovo, de soja e o colágeno<sup>6,30</sup>.

Entre os vegetais, as proteínas de soja (concentrado proteico de soja e isolado proteico de soja) destacam-se como substituto de gordura devido ao seu alto teor de proteína, além de fornecer fibras de potencial prebiótico. Outra proteína importante é o colágeno, que após hidrólise parcial, têm demonstrado aplicações como emulsionante, estabilizante e texturizante<sup>34,35</sup>.

Uma característica importante das proteínas para a utilização como substituto de gordura é a capacidade de formar micropartículas. O tamanho dessas partículas, o volume na hidratação e as propriedades de superfície afetam a habilidade das proteínas de simular o efeito da gordura. Além disso, ocorre um sinergismo entre as proteínas microparticuladas e os outros ingredientes do alimento, necessários para completar a ilusão de consumir um alimento com baixo teor de gordura, mas muito próximo da sua versão integral<sup>30,36,36</sup>.

Diversos tipos de proteína podem ser microparticuladas e as mais comuns são as proteínas de leite e ovos. Se o substituto de gordura é constituído somente pela proteína microparticulada, que é uma simples modificação física de sua estrutura, esse substituto é considerado GRAS pela FDA<sup>33</sup>.

No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos não cita aditivos de base protéica para queijos, contudo determina que a denominação “queijo” está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea. Assim, para os substitutos de gordura de base láctea, como o concentrado proteico de soro, o uso é permitido. Alguns exemplos de substitutos de gordura de base proteica que tem aplicação na produção de produtos lácteos com reduzido teor de gordura estão presentes na Tabela 1.

### **Gorduras sintéticas**

As gorduras sintéticas são compostos visualmente parecidos com a gordura e apresentam propriedades físicas semelhantes a da gordura. No entanto, geralmente, as gorduras sintéticas não são metabolizadas pelo organismo, não contribuindo, portanto, para o valor calórico dos alimentos<sup>32</sup>.

**Tabela 1.** Substitutos de gordura aplicados em queijos *light*

Tipo de substituto	Marca comercial	Propriedade funcional
<b>À base de proteínas</b>		
Leite	Dairy-Lo	Melhora a textura
Ovos	Simplese	Melhora a textura
Leite e Ovos	Trailblazer	Inibe a sinérese e melhora a textura
Milho	LITA	Melhora a textura e a estabilidade térmica
<b>À base de carboidratos</b>		
Maltodextrina	Maltrin	Melhora a textura
CMC	-	Melhora a textura
Carragena	-	Melhora a textura
$\beta$ -glucana	Nutrim	Melhora a textura
Amido modificado	Stellar	Melhora a textura, imitando a sensação de gordura na boca
Gel de celulose, goma guar	Novagel	Melhora a textura, imitando a sensação de gordura na boca
<b>À base de gorduras sintéticas</b>		
Poliéster de sacarose	Olestra, Olean, Benefat, Dur-Em	Melhora a textura
Dialquil di hexadecil malonato	DDM	Melhora a textura

Adaptado de Tamime et al.<sup>31</sup>; Lima e Nassu<sup>33</sup>

Essas gorduras sintéticas podem ser produzidas por meio da esterificação de alguns álcoois e ácidos ou utilizando-se polímeros ou óleos naturais, cujas propriedades químicas não estejam relacionadas com a estrutura triglicéridica<sup>32,33</sup>. Alguns exemplos de gordura sintética que têm aplicação na produção de produtos lácteos com reduzido teor de gordura estão presentes na Tabela 1.

#### Aplicações de substitutos de gordura em queijos *light*

Diversos tipos de substitutos de gordura, à base de carboidrato, de proteínas ou gordura sintética, isolados ou combinados, têm sido utilizados na produção de vários tipos de queijo. Em função das características desejáveis em cada produto é possível definir qual o melhor substituto ou qual a melhor combinação que possa fornecer melhorias específicas ao queijo *light*.

A combinação de celulose microcristalina, carragena e leite com reduzido teor de gordura na fabricação de queijo Cheddar foi analisada. A carragena e a celulose microcristalina interferiram na interação caseína-caseína, produzindo um queijo de estrutura tenra e macia<sup>37</sup>.

A incorporação de poliéster de sacarose em substituição à gordura de leite em queijos com reduzido teor de gordura apresentou resultados promissores. As características de firmeza dos queijos *light*, contendo a gordura sintética, não diferiram do queijo integral.

No entanto, queijos contendo poliéster de sacarose apresentaram problemas de sabor<sup>9</sup>.

Stevens e Shah<sup>38</sup> analisaram a textura e o derretimento de Mussarela fabricada com dois níveis do substituto de gordura Maltrin<sup>®</sup> M100 (Maltodextrina). Valores de dureza e elasticidade foram significativamente maiores nos queijos sem gordura comparados com os integrais, com decréscimo durante a estocagem. Houve uma melhora nas propriedades de derretimento em todos os queijos durante a estocagem. Os queijos contendo 2,5% de Maltrin<sup>®</sup> apresentaram as melhores propriedades de derretimento entre os queijos sem gordura, sugerindo que a adição de substitutos de gordura pode melhorar as características de textura desses queijos.

O efeito do uso de diversas fontes de amido pré-gelatinizado foi avaliado na produção de imitações de queijo. Os queijos produzidos com aditivos apresentaram-se mais macios, menos coesivos e com menor rendimento, quando comparados ao controle. Também foi observado que o uso de amido pré-gelatinizado com reduzido nível de amilose, como aqueles derivados de arroz e milho, resultou em imitações de queijo com maior maciez<sup>39</sup>.

O substituto de gordura Nutrim (hidrocolóide  $\beta$ -glucana) foi utilizado para fabricar queijos Cheddar com baixo teor de gordura<sup>40</sup>. Os queijos controle (11,2% de gordura) foram comparados com os modificados que continham Nutrim-I (6,8% de gordura) e

Nutrim-II (3,47% de gordura). Os queijos modificados demonstraram menores valores de dureza, rachaduras e menor tempo de derretimento quando comparados com o controle.

O uso dos substitutos de gordura à base de proteínas (Dairy Lo™ e Simplese) e à base de carboidratos (Novagel e Stellar) foi avaliado na estrutura de queijos Cheddar. Queijos elaborados com os substitutos amoleceram os queijos Cheddar com baixos teores de gordura pela descontinuidade na matriz de caseína e também pelo menor número de camadas que conferem resistência ao esmagamento na interface proteína-gordura. A análise de microestrutura demonstrou que o queijo cheddar com reduzido teor de gordura adicionado do substituto Dairy Lo foi o tratamento que mais se aproximou da microestrutura de um queijo Cheddar tradicional<sup>41, 42</sup>.

O uso de leite com baixo teor de gordura incorporado de concentrado proteico de soro (CPS) como substituto de gordura permitiu a produção de um queijo Manchego com características estruturais similares ao queijo produzido com leite integral. Os resultados satisfatórios na estrutura dos queijos foram atribuídos às interações da proteína do soro com a caseína e com a água<sup>43</sup>.

O concentrado proteico de soro, em conjunto com óleo de canola emulsificado, foi utilizado como substituto de gordura na produção de queijo fresco, resultando em queijos com estrutura diferente quando comparado ao queijo fresco integral. Quando o CPS predominou, foi produzido um queijo mais denso, compacto e com uma matriz proteica contínua. Diferentemente, quando o óleo de canola emulsificado predominou, foi formada uma matriz protéica mais frouxa<sup>44</sup>.

Sahan et al.<sup>45</sup> avaliaram o uso do substituto de gordura comercial Simplese® D - 100, constituído de concentrado proteico de soro, na maturação do queijo Kashar com teor reduzido de gordura. Houve um aumento do teor de proteína total, da proteólise e uma maior capacidade de retenção da umidade, elevando o rendimento, em relação ao controle. Os atributos sensoriais também foram melhores para o queijo Kashar adicionado do substituto.

Ghisleni<sup>46</sup> avaliou o uso de gelatina (0 - 10g/L) como substituto de gordura na produção de queijo Prato com teor reduzido de gordura. Nos queijos também foi adicionado uma cultura de micro-organismo probiótico (0 - 0,014 g/L) e fibra de trigo (0 - 10 g/L). De maneira

geral, a presença da gelatina e do probiótico no queijo favoreceu a retenção de umidade. Na análise sensorial os queijos demonstraram boa aceitação.

O uso de farinha de trigo e de soja extrusada, na proporção de 80:20, foi avaliado sensorialmente na produção de requeijão com baixo teor de gordura. A análise sensorial demonstrou que o requeijão obtido teve melhor aceitação em comparação aos comerciais, *light* (com amido) e tradicional<sup>47</sup>.

O uso de isolado proteico de soja e de inulina promoveu melhorias nas características de requeijão cremoso com reduzido teor de gordura, além de conferir características funcionais ao produto, devido à ação desses substitutos como prebióticos. Ambos aditivos resultaram em um requeijão de consistência mais firme. Além disso, a presença da inulina originou um requeijão com brilho intensificado, semelhante aos produtos comerciais<sup>34</sup>.

Diamantino et al.<sup>48</sup> avaliaram a utilização do colágeno hidrolisado e do concentrado proteico de soro como substitutos de gordura para queijo Prato com reduzido teor de gordura. A adição dos substitutos resultou em maior retenção de umidade e esta, por sua vez, intensificou a proteólise, resultando em queijos com melhor textura.

A adição de 0,5% ou 1,0% de proteína do soro desnaturada em queijo Mussarella com reduzido teor de gordura promoveu melhorias nas características sensoriais do produto. Além disso, o substituto de gordura aumentou a acidez, sólidos totais, cinzas, sal, sal na umidade e algumas frações nitrogenadas<sup>49</sup>.

Lobato-Calleros et al.<sup>50</sup> demonstram a possibilidade de uso de uma emulsão água-óleo para modificar as propriedades de textura de queijos. A goma arábica ou a pectina de baixa metoxilação foram utilizadas para produzir uma emulsão aplicada em queijo branco fresco com reduzido teor de gordura, resultando em uma textura similar ao queijo com o teor integral de gordura.

### Considerações Finais

A utilização de substitutos de gordura tem demonstrado resultados promissores na produção de queijos *light*. Assim, essa alternativa de melhoria de queijos com reduzido teor de gordura pode ser de grande importância para auxiliar a produzir queijos nutricionalmente saudáveis e sensorialmente agradáveis para os consumidores.



## REFERÊNCIAS

1. McMahon DJ. Issues with lower fat and lower salt cheeses. *Aust J Dairy Tech*. 2010;65(3):200-5.
2. Pinheiro MVS, Penna ALB. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. *Alim Nutr*. 2004;15(2):175-86.
3. Banks JM. The technology of low-fat cheese manufacture. *Int J Dairy Technol*. 2004;57(4):199-207.
4. Casarotti SN, Jorge N. Aspectos tecnológicos dos substitutos de gordura e suas aplicações em produtos lácteos. *J Braz Soc Food Nutr*. 2010;35(3):163-81.
5. Mistry VV. Low fat cheese technology. *Int Dairy J*. 2001;11(4):413-22.
6. Johnson ME, Kapoor R, McMahon DJ, McCoy DR, Narasimmon RG. Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. *Compr Rev Food Sci Food Safety*. 2009;8:252-68.
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 7 mar. 1996. Seção 1, p. 3.877.
8. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Seção 1, parte 1, p. 1-3.
9. Drake MA, Swanson BG. Reduced and low-fat cheese technology: a review. *Trends Food Sci Tech*. 1995;6(11):366-9.
10. Jameson GW. Cheese with less fat. *Aust J Dairy Tech*. 1990;45(2):93-8.
11. Ardö Y. Flavor and texture in low-fat cheese. In: Law BA. (Ed.). *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*. London: Chapman & Hall, 1997; p.181-207.
12. Sabioni JG. Contribuição da atividade lipolítica e proteolítica na formação de flavor em queijos e no desenvolvimento de produtos aromatizantes de origem láctea. *Rev Inst Lat Candido Tostes*. 2000;54(312):30-9.
13. Drake MA, Miracle RE, McMahon DJ. Impact of fat reduction on flavor and chemistry of cheddar cheeses. *J Dairy Sci*. 2010;93:5069-81.
14. Hilliam, M. Fat substitutes in Europe. The world of food ingredients, 15-19, 1996 apud BANKS JM. The technology of low-fat cheese manufacture. *Int J Dairy Technol*. 2004;57(4):199-207.
15. Narasimmon RG. Putting the phat in low-fat cheese. *Dairy Foods*. 2008;109(10):60.
16. Childs JL, Drake M. Consumer perception of fat reduction in cheese. *J Sensory Stud*. 2009;24(6):902-21.
17. Carvalho MP. O aumento de consumo de lácteos no Brasil: desafios e oportunidades. [acesso 2010 Jun 27]. Disponível em: [http://www.ital.sp.gov.br/fispal\_2007/14\_06.../fispal\_14-07-16\_30.pdf].
18. Associação Brasileira das Indústrias de Queijos – ABIQ. Mercado total de queijos no Brasil, 2009.
19. Brito C, Méndez P, Molina LH, Pinto M. Desarrollo de queso chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. *Agro Sur*. 2002;30:68-79.
20. Metzger LE, Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 2. Microstructure, fat globule distribution, and free oil. *J Dairy Sci*. 1995;78:1883-95.
21. McGregor JU, White CH. Effect of enzyme treatment and ultrafiltration on the quality of low-fat cheddar cheese. *J Dairy Sci*. 1990;73(3):571-8.
22. Cunha CR, Viotto WH, Viotto LA. Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: Effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. *Int Dairy J*. 2006;16:215-24.
23. Ferreira DN, Moura DB, Cunha CR, Viotto WH. Rheological properties of reduced fat mozzarella cheese made by direct acidification using low concentration factor ultrafiltration retentates. *Desalination*. 2006;200:552-4.
24. Barros CMV. Uso de culturas adjuntas e ultrafiltração para melhoria de sabor e textura de queijo prato com reduzido teor de gordura [tese de doutorado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2005.
25. Katsiari MC. Flavour enhancement of low-fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *Food Chem*. 2002;79:193-8.
26. Brito C, Uribe P, Molina LH, Molina I, Pinto M. Production of low-fat Chanco cheese using homogenized milk and adjunct lactic culture. *Int J Dairy Technol*. 2006;59(4):242-9.
27. Barros CMV, Ribeiro ACO, Viotto WH. Impact of low concentration factor ultrafiltration on the composition and yield of reduced fat prato cheese. *Desalination*. 2006; 200:555-6.
28. Silva CRB. Efeito do uso de *Lactobacillus casei* como cultura adjunta na qualidade tecnológica de queijo prato com reduzido teor de gordura [dissertação de mestrado]. São José do Rio Preto (SP): Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista; 2006.
29. Garcia GAC, Penna ALB. Queijo prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica: características físicas e sensoriais. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69(3):346-57.
30. Roller S, Jones SA. *Handbook of fat replacers*. Boca Raton: CRC; 1996. 325 p.
31. Tamime AY. Qualidade de iogurte elaborado com substitutos de gordura. In: Lerayer ALS, Salva TJG. (Coord.). *Leites fermentados e bebidas lácticas*. Campinas: ITAL, 1997; p. 11-32.
32. Lucca PA, Tepper BJ. Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends Food Sci Tech*. 1994;5(1):12-9.
33. Lima RJ, Nassu TR. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. *Quim Nova*. 1996;19(2):127-34.
34. Gomes RG, Penna ALB. Caracterização de requeijão cremoso potencialmente prebiótico pela adição de inulina e proteínas de soja. *Bol CEPPA*. 2010;28(2):290-302.
35. Schrieber R, Gareis H. *Gelatine handbook*. Weinheim: Wiley-VCH GmbH & Co; 2007.
36. Singer NS. Microparticulated proteins as fat mimetics. In: Roller S, Jones SA. *Handbook of fat replacers*. Boca Raton: CRC; 1996. p. 175-190.

37. Bullens C, Krawczyk G, Geithman L. Reduced-fat cheese products using carrageenan and microcrystalline cellulose products. *Food Technol*. 1994;48(1):79-81.
38. Stevens A, Shan NP. Textural and melting properties of Mozzarella cheese made with fat replacers. *Milchwissenschaft*. 2002;57(7):387-90.
39. Monsey JS, O'Riordan EDO. Modification of imitation cheese structure and rheology using pre-gelatinised starches. *Eur Food Res Technol*. 2008;226(5):1039-46.
40. Konuklar G, Inglett GE, Warner K, Carriere CJ. Use of a  $\beta$ -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheeses: textural properties by instrumental methods and sensory panels. *Food Hydrocoll*. 2004;18(4):535-45.
41. Haque ZU, Aryana KJ. Volatiles in lowfat Cheddar cheese containing commercial fat replacers. *Food Sci Tech Res*. 2002;8(2):188-90.
42. Haque ZU, Kuçukoner E, Aryana KJ. Influence of fat-replacing ingredients on process and age induced soluble nitrogen content and ultrastructure of low-fat cheddar cheese. *Food Sci Tech Res*. 2007;13(4):338-44.
43. Lobato-Calleros C, Lobato-Calleros C, Robles-Martínez JC, Caballero-Pérez JF, Aguirre-Mandujano E, Vernon-Carter EJ. Fat replacers in low-fat mexican Manchego cheese. *J Texture Stud*. 2001;32(1):1-14.
44. Lobato-Calleros C, Reyes-Hernández J, Beristain CI, Hornelas-Uribe Y, Sánchez-García JE, Vernon-Carter EJ. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food Res Int*. 2007;40(4):529-37.
45. Sahan N, Yasar K, Hayaloglu AA, Karaca BO, Kaya A. Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. *J Dairy Res*. 2008;75(1):1-7.
46. Ghisleni CP. Influência da adição de probiótico (*Lactobacillus rhamnosus*), fibra de trigo e gelatina nas características físico-químicas e sensoriais do queijo prato durante a maturação [dissertação de mestrado]. Erechim (RS): Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões; 2008.
47. Nascimento MRF, Wang SH, Nascimento KO. Uso de farinha de trigo e soja (80:20) extrusada na elaboração de requeijão cremoso contendo trigo-soja com baixo teor de gordura. *Aliment Nutr*. 2009;20(1):25-33.
48. Diamantino IM, Penna ALB, Menis MEC, Garcia GAC, Silva TF. Efeito da adição de substitutos de gordura em queijo Prato *light*. Efeito da adição de substitutos de gordura em queijo Prato *light*. XXII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos; novembro de 2010. Salvador: Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2010. 1 CD –ROM.
49. Ismail M, Ammar ET, El-Metwally R. Improvement of low fat mozzarella cheese properties using denatured whey protein. *Int J Dairy Technol*. 2010;64(2):207-17.
50. Lobato-Calleros C, Sosa-Pérez A, Rodríguez-Tafoya J, Sandoval-Castilla O, Pérez-Alonso C, Vernon-Carter EJ. Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products made from W1/O/W2 emulsions and skim milk. *Food Sci Technol*. 2008;41:1847-56.