

Teor de gordura e de água: fatores determinantes na textura e na aceitabilidade de requeijão *light*

Fat and moisture contents: determining factors on the light processed cheese texture and acceptability

RIALA6/1442

Rita de Cássia dos Santos Navarro da SILVA*, Valéria Paula Rodrigues MINIM, Márcia Cristina Ribeiro Teixeira VIDIGAL, Jocielle Almeida TEIXEIRA, Liliane Elen da Silva MORAES, Luiz Paulo LIMA, Luis Antônio MINIM

*Endereço para correspondência: Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Avenida P. H. Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. Tel.: +55 (31) 3899-1623. E-mail: rita.navarro@ufv.br.

Recebido: 06.07.2011 - Aceito para publicação: 10.01.2012

RESUMO

Neste trabalho, foi avaliada a influência dos teores de gordura e água na textura e na aceitação de requeijão *light* adicionado de concentrado proteico de soro, determinando-se os teores de gordura, água, proteína, carboidratos, cinzas e extrato seco desengordurado (ESD). As formulações foram analisadas instrumentalmente por meio da análise do perfil de textura, e a aceitabilidade sensorial foi avaliada por 100 consumidores. Os resultados foram examinados por meio da análise de variância, ajuste de modelos de regressão e mapa de preferência interno. O modelo de regressão linear de primeiro grau apresentou melhor ajuste aos dados em nível de 10% de probabilidade. Os constituintes gordura e água contribuíram inversamente para a intensidade das propriedades de textura. Os requeijões originados de diferentes combinações de proporção de gordura e água, com ESD de aproximadamente 19,30%, apresentaram intensidades intermediárias de textura e obtiveram melhor aceitação pelos consumidores; e este evento indicou que o equilíbrio no ESD otimizou a aceitabilidade sensorial. Este estudo evidencia que a redução de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento do teor de água, para que a indústria possa oferecer diversidade de produtos que atendam às expectativas dos consumidores e ainda por menor custo de produção.

Palavras-chave. análise de perfil de textura, requeijão *light*, aceitação, extrato seco desengordurado.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of fat and moisture on the texture and acceptance of light processed cheese supplemented with whey protein concentrate. Concentrations of fat, moisture, protein, carbohydrates, ash and degreased dry extract (DDE) were determined. The formulations were evaluated instrumentally by texture profile analysis, and sensory acceptability was assessed by 100 consumers. Results were evaluated by analysis of variance, regression models fitting and internal preference mapping. The first grade linear regression model showed the best suitability to the data at 10% of probability. Fat and moisture constituents contributed inversely to the intensity of texture characteristics. Cheesecurd made from different combinations of fat and moisture, with DDE of approximately 19.30%, showed intermediate texture intensities, which were mostly accepted by consumers. These findings indicate that balance in DDE optimizes sensory acceptability. This study demonstrates that fat reduction in cheesecurd should be combined with increased moisture contents, and this procedure enables the industries to offer a diversity of products which meet consumer expectations and also at a lower production cost.

Keywords. texture profile analysis, light processed cheese, acceptance, degreased dry extract.

INTRODUÇÃO

O requeijão cremoso é um tipo de queijo fundido tipicamente brasileiro, fabricado em todo o território nacional, com variações de tecnologia e características¹. Este produto tem como particularidade o elevado teor de gordura, o que torna seu consumo indevido para consumidores que apresentam problemas de saúde ou que se encontram em dieta com restrição de gordura. A versão com teor reduzido de gordura é uma alternativa para os grupos supracitados, porém desenvolver um requeijão que atenda a este público e com a qualidade sensorial esperada pelos consumidores não é uma tarefa simples, mas, sim, um grande desafio à indústria de alimentos².

A redução do teor de gordura do requeijão pode ser responsável pela rejeição sensorial deste produto, particularmente devido à diminuição da cremosidade conferida pela gordura³, sendo que tal defeito na textura do produto está associado ao concomitante aumento do extrato seco desengordurado (ESD), como resultado da redução da gordura⁴.

Entre as estratégias de substituição da gordura em requeijão estão as várias modificações de processamento, o uso de cultura láctica selecionada ou modificada e a utilização de substitutos^{5,6,7,8}. Nenhuma dessas estratégias pode substituir completamente todas as propriedades e funções da gordura. Entretanto, diversas pesquisas nessa área têm o objetivo de melhorar o sabor e a textura de queijos *light*⁹.

Zalazar et al.¹⁰ avaliaram o queijo cremoso argentino com elevado teor de umidade e com adição de substituto de gordura à base de proteína (Dairy-Lo) e obtiveram queijos com redução desejável de gordura no produto final.

Noronha et al.¹¹ estudaram a substituição da gordura em queijo mimético de mozzarella por amido resistente (Novelose® 240) e concluíram que é possível substituir cerca de 90% da gordura com fibra funcional, obtendo características desejáveis de textura, tais como firmeza e coesividade.

Koca e Metin¹² avaliaram a textura instrumental, o derretimento e propriedades sensoriais de queijo kashar fresco (queijo de origem turca), com redução de 70% de gordura. Foram utilizados dois substitutos de gordura à base de proteína (1,0% p/p Simplesse® D-100 e 1,0% p/p Dairy-Lo) e um à base de carboidrato (5,0% p/p Raftiline®). Os resultados desse estudo mostraram que os substitutos Simplesse® D-100 e Raftiline® melhoram

a textura e as propriedades sensoriais do queijo kashar fresco, com redução de gordura.

Em relação ao requeijão cremoso, Ferreira et al.¹³ caracterizaram os atributos sensoriais e reológicos do requeijão cremoso adicionado de concentrado proteico de leite. Nas formulações, a proporção de concentrado proteico adicionada foi de 0%, 15%, 30% e 45% sobre a quantidade de proteína total da massa. Os autores concluíram que o requeijão com 45% do teor de proteína da massa substituído por concentrado proteico foi o que obteve maior porcentagem de aprovação em todos os atributos sensoriais e também apresentou viscosidade aparente maior que nas demais formulações.

Alves e Silva¹⁴ substituíram parcialmente a gordura do requeijão cremoso por géis formados a partir de linhaça desengordurada (5%, 10% e 15%), substituindo a gordura em 10%, 20% e 30%, respectivamente. Na análise sensorial, o atributo menos favorecido foi a aparência das amostras com 20% e 30% de substituição, devido à presença de pontos escuros. O mesmo não foi observado para a amostra com 10% de substituição. A textura foi o atributo menos afetado ($p > 0,10$), uma vez que as amostras foram consideradas semelhantes ao controle (sem linhaça), independentemente do nível de substituição. Os autores concluíram que a linhaça pode ter seu uso potencializado na alimentação humana por meio da substituição da gordura.

Os substitutos de gordura contribuem significativamente para a melhoria da qualidade de queijos fundidos com teor reduzido de gordura e, quando usados nas dosagens corretas, podem servir para ampliar o mercado consumidor, e não apenas como opção em dietas¹⁵. Muitos ingredientes são usados como substitutos totais ou parciais da gordura dos alimentos, sendo divididos em, basicamente, três categorias: à base de proteínas, à base de carboidratos e os sintéticos¹⁶. Os substitutos sintéticos e à base de carboidratos (com exceção das fibras) são constituintes que resultam em boa melhoria da textura do produto com redução de gordura, porém não agregam valor nutricional aos produtos, somente melhoram suas características sensoriais.

Por outro lado, a adição de concentrado proteico de soro (CPS) como substituto de gordura em requeijão confere uma série de benefícios nutricionais ao produto, uma vez que apresenta todos os aminoácidos essenciais para o metabolismo celular (triptofano, lisina, metionina, cistina, leucina, isoleucina, fenilalanina, valina e treonina) e atende às recomendações da FAO para todas

as idades¹⁷. A adição de CPS no requeijão *light* promove o aumento da elasticidade do requeijão, devido à interação das proteínas do soro parcialmente desnaturadas com a caseína, por meio de ligações sulfidrilas¹⁸. Porém o CPS não promove a recuperação da maciez do produto, propriedade de textura alterada pela redução da gordura, sendo necessário o aumento do conteúdo de água com consequente diminuição do ESD, a fim de diminuir a firmeza do requeijão e recuperar sua maciez^{10,19}.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos teores de gordura e água na textura e na aceitabilidade de requeijão *light* adicionado de concentrado proteico de soro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Requeijões *light* avaliados

Para definir as formulações, foi utilizado delineamento composto central rotacional (DCCR) com dois fatores (gordura (G) e água (A)) em dois níveis (2^2), mais quatro pontos axiais (2×2) e o ponto central. O ponto central foi repetido três vezes para estimativa do erro puro, perfazendo um total de 11 ensaios ($2^2 + 2 \times 2 + 3$) (Figura 1).

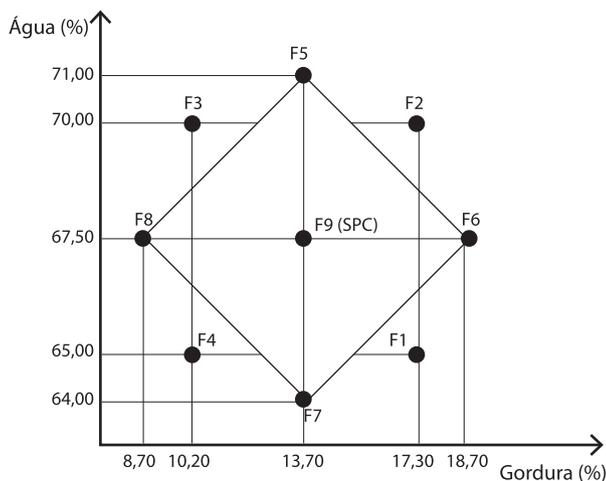


Figura 1. Disposição dos pontos experimentais no delineamento composto central rotacional (DCCR)

Os níveis de gordura em estudo foram definidos de maneira que a formulação com maior percentual de gordura (18,70%) atendesse à redução mínima (25%) exigida pela legislação para ser considerada *light*²⁰. O nível mínimo de gordura (8,70%) e os níveis de água máximo e mínimo (71,00% e 64,00%) foram definidos por meio de testes preliminares. Os demais níveis de gordura e água

foram estipulados pelo próprio delineamento estatístico, de forma que todos os pontos se encontrassem a uma distância α do ponto central (PC).

Os requeijões foram processados utilizando massa obtida por acidificação direta do leite com ácido láctico 85% P.A. à temperatura de 70 °C, conforme tecnologia descrita por Alves et al.²¹. Os produtos foram constituídos de massa (leite desnatado e ácido láctico), creme de leite 40% de gordura (Funarbe), concentrado proteico de soro (2,0% – CPS34 Gemacom), NaCl (0,80% – Cisne), sal fundente (0,70% – Joha S9) e conservantes sorbato de potássio (0,020% – Gemacom) e nisina (0,017% – Danisco). O processamento foi realizado em tacho aberto provido de agitador mecânico a 50 rpm.

Análise de composição centesimal

As determinações de gordura (032/IV), água (012/IV), proteínas (036/IV) e resíduo mineral fixo (018/IV) dos requeijões foram realizadas seguindo os métodos descritos em “Métodos físico-químicos para análise de alimentos”²². As análises para determinação da composição centesimal dos requeijões foram realizadas em duplicata para cada repetição.

Osteores de carboidratos e extrato seco total foram obtidos pelo método indireto. O teor de carboidratos foi calculado pela diferença percentual entre o conteúdo total e a soma dos demais nutrientes (%Carboidratos = 100% – [%Proteínas + %Gordura + %Resíduo mineral fixo + %Água])²³. O teor de extrato seco desengordurado (ESD) foi calculado pela diferença percentual entre o conteúdo total e a porcentagem de gordura e água das formulações (%ESD = 100% – %Gordura – %Água), conforme recomendado²².

O conteúdo calórico foi calculado em função da composição dos requeijões em termos de proteínas, gorduras e carboidratos, utilizando os fatores de conversão de cada nutriente, ou seja, 4, 9 e 4 kcal/g de alimento, respectivamente²⁴.

Análise do perfil de textura (TPA)

As propriedades de textura dos requeijões foram determinadas por meio da análise de perfil de textura²⁵, a qual foi conduzida em máquina universal de teste mecânico (Instron – Série 3367, Estados Unidos, 2005). As análises foram realizadas a 10 ± 1 °C, representando a temperatura de armazenamento do requeijão.

Uma probe de 15 mm de diâmetro foi movida perpendicularmente sobre a amostra de requeijão

contida em uma embalagem de formato cilíndrico de 50 mm de diâmetro e 40 mm de altura²⁶. As condições do teste foram: célula de carga de 1 KN, distância de compressão de 20% da altura do produto, velocidade de 1,0 mm/s, tempo de contato de 5 segundos, com dois ciclos de penetração, conforme descrito por Rapacci et al.²⁷ e por Gallina et al.²⁸.

A força exercida sobre o produto foi automaticamente registrada, e as propriedades de textura firmeza (N), gomosidade (N), coesividade (adimensional), mastigabilidade (J) e elasticidade (mm) foram automaticamente calculadas pelo software Blue Hill 2.0 (Instron, Estados Unidos, 2005) a partir das curvas de força (N) × tempo (s) geradas durante o teste. Foram realizadas cinco análises para cada repetição (replicatas).

Aceitabilidade sensorial

Foram recrutados, no Campus da Universidade Federal de Viçosa, 100 consumidores de requeijão. As formulações de requeijão foram servidas aos consumidores de forma aleatória e monádica, em copos descartáveis contendo aproximadamente 10 g do produto. Utilizou-se a escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore 1), para os consumidores expressarem a aceitação em relação à textura dos produtos^{29,30}. Foi servido juntamente às amostras um copo de água à temperatura ambiente (25 °C) para os consumidores promoverem o enxágue das papilas gustativas entre as avaliações dos requeijões.

Análise estatística dos dados experimentais

Para verificar se os teores de gordura e de água dos requeijões processados corresponderam aos níveis

estipulados pelo delineamento experimental (DCCR), foi realizado um teste t para amostras independentes entre o valor teórico e o obtido na prática por meio da determinação da composição centesimal.

O efeito dos teores de gordura e de água nas propriedades de textura (firmeza, gomosidade, coesividade, mastigabilidade e elasticidade) dos requeijões foi analisado por meio da análise de variância (teste F) e pelo ajuste de modelos de regressão. Para a seleção do modelo de melhor ajuste aos dados, foram avaliados os seguintes parâmetros: não significância da falta de ajuste ($p > 0,10$), significância dos coeficientes da regressão ($p < 0,10$) e, por último, a explicação do modelo por meio do coeficiente de determinação R^2 ($SQ_{REGRESSÃO}/SQ_{TRATAMENTOS}$).

Na aceitabilidade sensorial, os dados de aceitação da textura foram analisados por meio da técnica multivariada mapa de preferência interno, em que os dados de aceitação (teste de consumidor) foram organizados numa matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), e esta foi submetida a análise de componentes principais (ACP). Também procedeu-se à análise de superfície de respostas (ASR), a fim de verificar o comportamento da aceitabilidade sensorial da textura em função do teor de gordura e de água.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote STAT/SAS do *software* estatístico Statistical Analysis System, versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa em 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal dos requeijões *light*

A composição centesimal dos requeijões *light* está apresentada na Tabela 1. Os níveis teóricos e

Tabela 1. Composição centesimal dos requeijões *light* adicionados de CPS (médias e desvios-padrões das medidas)

Formulações	Constituintes (%)					ESD (%)	Valor calórico (kcal)
	Água	Gordura	Proteína	Cinzas	Carboidratos		
F1	64,90 ± 0,10	16,50 ± 0,20	14,02 ± 0,25	3,14 ± 0,09	1,44 ± 0,14	18,60 ± 0,30	210,34
F2	69,75 ± 0,10	16,40 ± 0,10	10,01 ± 0,20	2,69 ± 0,18	1,15 ± 0,02	13,85 ± 0,00	192,24
F3	69,75 ± 0,10	10,50 ± 0,13	14,35 ± 0,25	3,28 ± 0,46	2,12 ± 0,68	19,75 ± 0,03	165,02
F4	65,47 ± 0,10	11,50 ± 0,32	18,14 ± 0,04	3,19 ± 0,11	1,70 ± 0,28	23,03 ± 0,22	182,86
F5	71,02 ± 0,10	13,00 ± 0,18	12,07 ± 0,30	2,65 ± 0,01	1,26 ± 0,01	15,98 ± 0,28	170,32
F6	67,20 ± 0,00	18,50 ± 0,53	10,54 ± 0,09	2,51 ± 0,02	1,26 ± 0,45	14,31 ± 0,52	213,7
F7	63,50 ± 0,10	13,10 ± 0,08	18,46 ± 0,25	2,96 ± 0,01	1,98 ± 0,06	23,40 ± 0,18	199,66
F8	66,67 ± 0,05	8,45 ± 0,13	19,40 ± 0,17	3,40 ± 0,29	2,08 ± 0,28	24,88 ± 0,18	161,97
F9	67,15 ± 0,00	13,60 ± 0,15	15,09 ± 0,20	2,80 ± 0,00	1,37 ± 0,05	19,26 ± 0,15	188,24

F1: 17,3% G e 65% A; F2: 17,3% G e 70% A; F3: 10,2% G e 70% A; F4: 10,2% G e 65% A; F5: 13,7% G e 71% A; F6: 18,7% G e 67,5% A; F7: 13,7% G e 64% A; F8: 8,7% G e 67,5% A; F9 (ponto central): 13,7% G e 67,5% A

experimentais de gordura e água dos requeijões não apresentaram diferença significativa pelo teste t, tendo p-valores de 0,8670 e 0,7887 respectivamente. Isso indica que as formulações processadas atenderam aos requisitos estipulados pelo delineamento.

As diferentes combinações entre gordura e água produziram requeijões com teor de ESD diferenciado, devido a este constituinte ser calculado pela diferença percentual entre o conteúdo total e o teor de gordura e de água. Portanto, a redução dos teores de gordura e de água acarretou em aumento do teor de proteína (caseína) nos requeijões. Resultado semelhante foi encontrado por Soares et al.¹⁶ e Cunha et al.³¹ na determinação da composição centesimal de queijos com baixo teor de gordura.

Assim, para um mesmo nível do conteúdo de água, o teor de extrato seco desengordurado aumentou com a redução do teor de gordura, conforme observado nas formulações F2 e F3, as quais apresentaram aumento de 13,85% para 19,76% do ESD quando o teor de gordura foi reduzido de 16,40% para 10,50%. O mesmo comportamento foi verificado para os requeijões F6, F9 e F8 (67,50% A) e também para as formulações F1 e F4 (65,00% A).

O conteúdo de água também provocou alterações no ESD dos requeijões. Comparando as formulações dentro do mesmo nível de redução de gordura, verificou-se que o ESD das formulações F1 e F2 aumentou de 13,85% para 18,06% quando o teor de água diminuiu de 69,75% para 64,90%. O mesmo foi observado para as formulações F5, F9 e F7 (13,70% G) e também para F3 e F4 (10,20% G).

Assim, foi identificado que os teores de gordura e de água influenciaram inversamente o percentual de ESD dos requeijões, sendo que produtos com combinações

diferentes de gordura e água (F1, F3 e F9) apresentaram teores de ESD semelhantes (aproximadamente 19,30%), devido à compensação do conteúdo de água no teor de ESD gerado pela redução de gordura.

As formulações em que a redução da gordura não foi acompanhada do aumento do teor de água (F4, F7 e F8) apresentaram elevado conteúdo proteico (aproximadamente 23,80% de ESD). Já os requeijões que continham maiores percentuais de gordura e foram combinados com níveis mais altos de água (F2, F5 e F6) apresentaram baixo teor de ESD (aproximadamente 14,70%).

Quanto ao valor calórico, o requeijão com menor teor de gordura (10,20%) combinado com o maior teor de água (70,00%) apresentou menor energia que as demais formulações, o que é muito interessante para a indústria, uma vez que este produto terá menor custo de produção (menor utilização de creme e de massa) e oferecerá baixo conteúdo calórico. Sem contar o apelo de marketing devido ao fato de este requeijão apresentar uma redução de 65% do teor de gordura do produto tradicional.

Textura instrumental

As formulações de requeijão apresentaram diferença significativa ($p < 0,10$) em relação às propriedades de textura firmeza, gomosidade, mastigabilidade, coesividade e elasticidade, pelo teste F. As médias obtidas para cada amostra em relação a cada uma das medidas instrumentais estão descritas na Tabela 2.

As formulações F4, F7 e F8 (elevado ESD) foram caracterizadas por apresentarem maior intensidade das propriedades firmeza, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade, e as formulações F2, F5 e F6 (baixo ESD), por apresentarem menor intensidade desses parâmetros. Os requeijões F1, F3 e F9 (ESD intermediário) apresentaram

Tabela 2. Médias e desvios-padrões obtidos para as propriedades de textura dos requeijões *light* adicionados de CPS

Amostras	Propriedades de Textura				
	Firmeza (N)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (J)	Coesividade (adimensional)	Elasticidade (mm)
F1	0,29 ± 0,05	0,25 ± 0,05	1,18 ± 0,44	0,87 ± 0,05	4,46 ± 1,08
F2	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,20 ± 0,32	0,00 ± 0,00
F3	0,23 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,96 ± 0,22	0,00 ± 0,00
F4	1,64 ± 0,12	1,26 ± 0,04	8,78 ± 0,37	0,77 ± 0,08	6,95 ± 0,41
F5	0,04 ± 0,01	-0,04 ± 0,08	0,00 ± 0,00	-1,24 ± 2,40	0,00 ± 0,00
F6	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,02	0,00 ± 0,00	1,45 ± 0,50	0,00 ± 0,00
F7	1,93 ± 0,20	1,42 ± 0,06	10,09 ± 0,84	0,74 ± 0,07	7,10 ± 0,31
F8	2,34 ± 0,12	1,58 ± 0,11	10,51 ± 0,84	0,67 ± 0,04	6,66 ± 0,17
F9	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,06	0,92 ± 0,41	0,96 ± 0,17	4,16 ± 0,31

intensidades intermediárias das medidas instrumentais. A combinação entre diferentes teores de gordura e de água permitiu a obtenção de produtos com diferentes perfis de textura.

A influência dos constituintes gordura (G) e água (A) nas propriedades de textura dos requeijões foi modelada estatisticamente pelas equações (1) a (4):

- Firmeza = $18,1828 - 0,1663 \cdot G - 0,2260 \cdot A$; $R^2 = 0,7072(1)$
- Gomosidade = $13,8786 - 0,1251 \cdot G - 0,1751 \cdot A$; $R^2 = 0,7510(2)$
- Mastigabilidade = $95,9890 - 0,7932 \cdot G - 1,2160 \cdot A$; $R^2 = 0,7086(3)$
- Elasticidade = $81,9766 - 0,4209 \cdot G - 1,0786 \cdot A$; $R^2 = 0,8796(4)$

Os modelos foram testados quanto a falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e também apresentaram coeficiente de determinação (R^2) superior a 70%. Os efeitos de segundo grau e a interação não foram significativos ($p > 0,10$), pelo teste t. Para a propriedade coesividade, os parâmetros da regressão não apresentaram significância ao nível de 10% de probabilidade.

Verificou-se que todas as propriedades de textura apresentaram influência negativa dos fatores gordura e água, o que se deve à relação destes constituintes com o ESD – quanto menor o teor de gordura e de água, maior é o conteúdo de caseína, o que favorece as interações proteína-proteína e causa o enrijecimento da matriz proteica^{4,32}. O incremento da intensidade das propriedades de textura com a redução do teor de gordura dos requeijões é consistente com os resultados obtidos por estudos anteriores^{3,4,6,31}.

As formulações F1, F3 e F9, teor intermediário de ESD (aproximadamente 19,30%), apresentaram intensidade moderada das propriedades de textura devido à compensação do conteúdo de água no teor de ESD gerado pela redução de gordura.

É importante ressaltar que algumas formulações apresentaram teor de água acima do limite superior permitido pelo Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Requeijão – RTIQ³³, o qual preconiza o máximo de 65% de umidade no requeijão cremoso. Porém verifica-se, por meio dos dados obtidos neste trabalho, que na versão *light* este limite é inviável, uma vez que, atendendo ao requisito da composição química,

obtem-se um produto fora das recomendações sensoriais deste mesmo regulamento, o qual estabelece que o requeijão cremoso deve apresentar consistência untável, cremosa, fina e lisa.

Ressalta-se também que, ao reduzir a gordura do requeijão, ainda que seja a redução mínima, fica impossível atender ao requisito do RTIQ referente ao teor de gordura (mínimo de 55% de gordura no extrato seco) sem que haja alterações sensoriais desagradáveis. Assim, fica claro que a versão *light* do produto deve atender aos requisitos do regulamento técnico referente a informação nutricional complementar²⁰, e não as recomendações técnicas do produto na versão tradicional. O mesmo procedimento foi utilizado por Baroni et al.³⁴, Bosi³⁵, Gomes e Penna³⁶ no desenvolvimento de requeijão *light*. Nessas pesquisas, foram obtidos requeijões com cerca de 10% de gordura e 70% de água, os quais não atenderam os requisitos do RTIQ³³, mas atenderam às exigências contidas no regulamento técnico referente a informação nutricional complementar²⁰.

Verifica-se que o ajuste do teor de água no requeijão *light* adicionado de concentrado proteico de soro possibilitou a recuperação da maciez do produto, atributo perdido com a redução do teor de gordura. Este efeito fica evidente ao se observar firmeza das formulações em que o teor de água não aumentou concomitantemente à redução da gordura (F4, F7 e F8), as quais apresentaram firmeza de aproximadamente 1,97 N, frente aos produtos em que o teor de água foi ajustado em função do nível de redução de gordura (F1, F3 e F9), apresentando firmeza de aproximadamente 0,23 N.

Aceitabilidade sensorial dos requeijões *light*

O mapa de preferência interno da textura dos requeijões está apresentado na Figura 2. Observa-se que o primeiro componente principal explicou 54,22%, e o segundo, 21,72%, totalizando, portanto, 75,94% de variância entre as nove formulações de requeijão quanto a aceitação da textura.

A separação espacial dos requeijões sugere a formação de quatro grupos distintos de acordo com a aceitação sensorial da textura, sendo um formado pelos requeijões F1, F3 e F9 (primeiro quadrante), outro, pelas formulações F4, F7 e F8 (segundo quadrante), um terceiro, pelo requeijão F2 (terceiro quadrante), e um último grupo constituído pelas formulações F5 e F6.

Na Figura 2, cada ponto representa as correlações entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois

primeiros componentes principais. Os consumidores correlacionados com pelo menos um dos componentes consideram diferença na aceitação dos requeijões. Dessa forma, os consumidores localizados na região central do gráfico não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes e, portanto, não discriminam os requeijões quanto a aceitação. Observa-se na Figura 2 que poucos consumidores localizaram-se na região central e que a maioria correlacionou positivamente com o primeiro ou com o segundo componente, indicando que as formulações F1, F3 e F9 foram mais aceitas pela maioria dos consumidores.

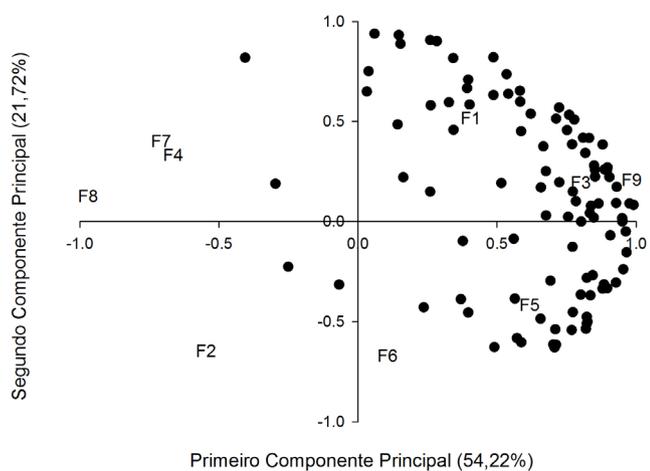


Figura 2. Representação gráfica das formulações de requeijão e dos consumidores em relação aos dois componentes principais

Os requeijões F5 e F6 também foram aceitos, porém por um grupo menor de consumidores; já os requeijões F2, F4, F7 e F8 (situadas no segundo e terceiro quadrantes) não foram aceitos pelos consumidores em relação a textura.

A não aceitação sensorial dos requeijões F4, F7 e F8 pode ser explicada pelo elevado teor de ESD (aproximadamente 24,80%) desses produtos, os quais apresentaram matriz proteica muito firme (aproximadamente 1,97 N), desfavorecendo a textura dos requeijões. Já para o requeijão F2, o inverso foi verificado, em que a elevação do teor de água a 70,00% combinada com 17,30% de gordura resultou em alta dissolução do ESD, conferindo textura pouco firme (0,02 N) ao requeijão, o que também prejudicou a aceitação do produto.

Verificou-se que os requeijões F1, F3 e F9, formulações com diferentes níveis de gordura, obtiveram aceitação sensorial semelhante quando combinados

com diferentes teores de água, ou seja, o requeijão com 17,30% G e 65,00% A (F1) apresentou aceitabilidade sensorial equivalente ao produto com 10,20% G e 70,00% A (F3) e, também, equivalente ao requeijão com 13,70% G e 67,50% A (F9). É importante ressaltar que essas formulações apresentaram teores de ESD muito próximos (aproximadamente 19,30%), o que evidencia que a redução de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento no teor de água para que ocorra equilíbrio na textura do produto.

Assim, o aumento do teor de água concomitante à redução de gordura no requeijão *light* adicionado de concentrado proteico de soro possibilitou a recuperação da maciez do produto e otimizou a aceitação da textura do requeijão. A relação existente entre o teor de ESD e a aceitabilidade sensorial pode ser facilmente visualizada na Figura 3, uma representação gráfica da superfície de resposta da aceitabilidade sensorial em função do teor de gordura e água.

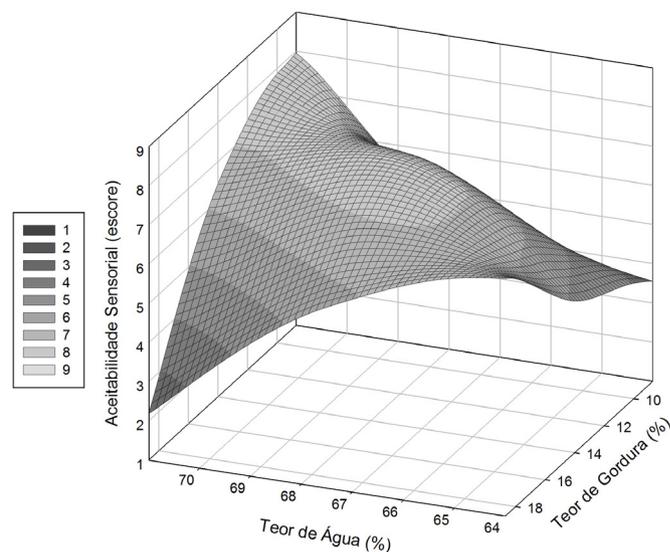


Figura 3. Representação gráfica da análise de superfície de resposta da aceitabilidade sensorial em função do teor de gordura e de água do requeijão

Por meio da análise de superfície de resposta (ASR), é possível identificar diversas combinações entre gordura e água que atendam às expectativas dos consumidores em relação à textura dos requeijões. Assim, quanto menor é o teor de gordura, maior deve ser o conteúdo de água do produto para que este apresente textura agradável. Tal informação é de grande valia para as indústrias, pois será possível oferecer uma diversidade de produtos que atendem às expectativas dos consumidores

e ainda apresentam baixo custo de produção (menor quantidade de matéria-prima utilizada). Sem contar as estratégias de marketing que poderão ser realizadas devido à possibilidade de produzir um requeijão com baixo teor de gordura e com qualidade sensorial.

CONCLUSÃO

Os teores de gordura e de água influenciaram as propriedades de textura avaliadas, indicando os constituintes estudados como fatores determinantes da textura de requeijão *light*.

Diferentes combinações de gordura e água produziram requeijões com propriedades de textura semelhantes, evidenciando que a redução do teor de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento do conteúdo de água do produto final, para que ocorra equilíbrio no extrato seco desengordurado e, conseqüentemente, na textura do requeijão.

A análise de superfície de resposta possibilitou identificar inúmeras combinações entre gordura e água que atendem às expectativas dos consumidores quanto à textura dos requeijões, possibilitando o desenvolvimento de produtos com diferentes níveis de redução de gordura e com aceitabilidade sensorial semelhante. Tal informação é de grande valia para as indústrias, pois poderá oferecer grande diversificação de produtos que, além de atenderem às expectativas dos consumidores, apresentarão baixo custo de produção.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) sob o processo APQ-01830-09, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Munck AV, Campos WA. Requeijão: um produto brasileiro. *Inf Agropec*. 1998;10:35-8.
2. Romeih EA, Michaelidou A, Biliaderis CG, Zerfiridis GK. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *Int Dairy J*. 2002;12:525-40.
3. Flourey J, Camier B, Rousseau F, Lopez C, Tissier J, Famelart M. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure-texture relationships. *Food Sci Technol - LWT*. 2009;42:1611-20.
4. Sheehan JJ, Guinee TP. Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. *Int Dairy J*. 2004;14:161-72.
5. Perry DB, McMahon DJ, Oberg CJ. Manufacture of low fat Mozzarella cheese using exopolysaccharide-producing starter cultures. *J Dairy Sci*. 1998;81:563-6.
6. Rudan MA, Barbano DM, Yun J J, Kindstedt PS. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *J Dairy Sci*. 1999;82:661-72.
7. Poudaval VS, Mistry VV. Manufacture of reduced-fat Mozzarella cheese using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. *J Dairy Sci*. 1999;82:1-9.
8. Metzger LE, Barbano DM, Kindstedt PS, Guo MR. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese: II. Chemical and functional properties during storage. *J Dairy Sci*. 2001;84:1348-56.
9. Drake MA, Swanson B G. Reduced and low fat cheese technology: a review. *Trends Food Sci Tech*. 1995;6:336-69.
10. Zalazar CA, Zalazar CS, Bernal S, Bertol N, Bevilacqua A, Zaritzky N. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. *Int Dairy J*. 2002;12:45-50.
11. Noronha N, O'Riordan ED, O'Sullivan M. Replacement of fat with functional fibre in imitation cheese. *Int Dairy J*. 2007;17:1073-82.
12. Koca N, Metin M. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *Int Dairy J*. 2004;14:365-73.
13. Ferreira CV, Ohata SM, Viotto WH, Cunha RL. Influência da adição de concentrado proteico de leite na qualidade do requeijão cremoso. *Rev Ind Latic*. 2000;28:64-7.
14. Alves LL, Silva LP. Substituição parcial da gordura do requeijão por gel de linhaça. *Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos*, 6º, Campinas. Anais... Campinas, 2005 (CD-ROM).
15. Anon. The principles of fat replacements. *Dairy Ind Int*. 1994;2:37.
16. Soares FM, Fonseca LM, Martins RT, Machado EC, Pereira Jr. FN, Fonseca CSP. Influência do concentrado proteico de soro na composição do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. *Arq Bras Med Vet Zoo*. 2002;54:1-7.
17. Sgarbieri VC. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. *Rev Nutr*. 2004;17:397-409.
18. Metzger LE, Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat cheddar cheese. *J Dairy Sci*. 1995;78:1883-95.
19. Olson NF, Price WV. Composition and bacterial growth as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. *J Dairy Sci*. 1961;44:1394-404.
20. Brasil. Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde (ANVISA). Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*. Brasília; 1998.
21. Alves RMV, Van Dender AGF, Jaime SBM, Moreno I, Pereira BC. Effect of light and packages on stability of spreadable processed cheese. *Int Dairy J*. 2007;17:365-73.
22. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. Brasília: ANVISA; 2005.
23. Costa EGF. Desenvolvimento de uma bebida à base de proteína de soja, enriquecida com vitaminas A e D. [dissertação de mestrado]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003.

24. United States Department of Agriculture. Composition of Foods. Washington: USDA; 1963.
25. Bourne MC. Food Texture and viscosity: concept and measurement. 2. ed. Elsevier Science & Technology Books; 2002.
26. Pons M, Fiszman SM. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. *J Texture Stud*. 1996;27:597-624.
27. Rapacci M, Campos SDS, Van Dender AGF. Requeijão cremoso: avaliação do perfil de textura. *Rev Ind Latic*. 1998;3:64-9.
28. Gallina DA, Van Dender AGF, Yotsuyanagi K, Rodrigues de Sá PBZ. Influence of storage temperature on the texture profile and colour characteristics of UHT requeijão cremoso. *Braz J Food Technol*. 2008;11:169-74.
29. Meilgaard MC, Civille GV, Carr BT. Sensory evaluation techniques. 4. ed. Boca Raton: CRC Press; 2006.
30. Minim VPR. Análise sensorial: estudo com consumidores. 2. ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; 2010.
31. 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.
32. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. Cheese rheology and texture. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen Publishers; 2000.
33. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Portaria n. 359, de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Requeijão ou Requesón. Brasília; 1997.
34. Baroni AF, Freitas IC, Cunha RL, Hubinger MD, Menegalli FC. Caracterização reológica de requeijão cremoso tradicional e com teor reduzido de gordura: viscosidade extensional e em cisalhamento. *Braz J Food Technol*. 1999;2:21-9.
35. Bosi MG. Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão *light* e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar. [tese de doutorado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2008.
36. Gomes RG, Penna AB. Caracterização de requeijão cremoso potencialmente prebiótico pela adição de inulina e proteína de soja. *Bol CEPPA*. 2010;28:289-302.