Artigo Técnico

EFEITO DOS SAIS FUNDENTES NAS CARACTERÍSTICAS DO REQUEIJÃO CREMOSO SEM ADIÇÃO DE GORDURA E COM TEOR REDUZIDO DE SÓDIO

Effects of emulsifying salts on the characteristics of processed cheese without added fat and reduced sodium

Ariene G.F.VAN DENDER[1*]
Leila M.SPADOTI[2]
Patrícia B.ZACARCHENCO[3]
Fabiana K.H.S.TRENTO[4]
Rita C.S.C. ORMENESE[5]
Marcelo A. MORGANO[6]

RESUMO

O requeijão cremoso, um tipo de queijo fundido muito consumido pelos brasileiros, pode ser considerado como uma fonte de gordura e sódio na alimentação. O consumo destes componentes, quando presentes em alta concentração nos alimentos, pode levar ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Considerando-se que no Brasil é freqüente o consumo deste produto, é muito importante que se desenvolvam alternativas mais saudáveis, como um requeijão sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio (RSGTRS). Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma formulação otimizada de RSGTRS, através da substituição da gordura por concentrado de proteína de soro (WPC-34) e da redução do teor de sódio pela substituição de 40% do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl) e de parte do sal fundente tradicional (Joha S9), com teor de sódio igual a 30,5%, por um sal fundente com teor de sódio igual a 8,2% (Joha SK75). Na otimização utilizou-se planejamento fatorial do tipo 2^2 com dois fatores (Joha S9 e Joha SK75) e dois níveis (+1, -1), resultando em 11 tratamentos. As 11 formulações foram avaliadas microbiológica e sensorialmente e quanto a parâmetros físico-químicos, sensoriais e de textura instrumental pelo método de superfície de resposta. A formulação de RSGTRS que obteve melhor desempenho foi a R5, elaborada com uma mistura de 1,0% de JohaS9 e 1,2% de Joha SK75.

Palavras-chave: queijo processado, *light*, saúde.

1 Doutora em Tecnologia de Alimentos (UNICAMP). Pesquisador Científico do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Laticínios (TECNOLAT) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Avenida Brasil, 2880, Jardim Chapadão, CEP: 13070-178, Campinas, SP, Brasil. E-mail: adender@ital.sp.gov.br
2 Doutora em Tecnologia de Alimentos (UNICAMP). Pesquisador Científico do TECNOLAT/ITAL, Campinas, SP, Brasil. E-mail: lspadoti@ital.sp.gov.br
3 Doutora em Tecnologia de Alimentos (UNICAMP). Pesquisador Científico do TECNOLAT/ITAL, Campinas, SP, Brasil. E-mail: pblumer@ital.sp.gov.br
4 Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos (ESALQ/USP). Pesquisador Científico do TECNOLAT/ITAL, Campinas, SP, Brasil. E-mail: fabiana@ital.sp.gov.br
5 Doutora em Tecnologia de Alimentos (UNICAMP). Pesquisador Científico do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA) do ITAL, Campinas, SP, Brasil. E-mail: ritaorm@ital.sp.gov.br
6 Doutor em Ciências, Química Analítica (UNICAMP). Pesquisador Científico do CCQA/ ITAL, Campinas, SP, Brasil. E-mail: morgano@ital.sp.gov.br
* Autor para correspondência: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Avenida Brasil, 2880, Jardim Chapadão, CEP: 13070-178, Campinas, SP, Brasil. E-mail: adender@ital.sp.gov.br

Recebido / Received: 02/03/2012
Aprovado / Approved: 13/04/2012

ABSTRACT

Requeijão cremoso, a type of processed cheese widely consumed by the Brazilian population, may be considered a food source of fat and sodium, two nutrients the consumption of which - when present at high concentrations - may lead to the development of cardiovascular diseases. Considering the high and frequent consumption of this product in Brazil, it is highly important to develop alternative and healthier food products, such as a *requeijão* made without the addition of fat and with a reduced sodium content (NFARSR). For that reason, the objective of this study was to develop an optimized NFARSR formulation, by replacing fat by whey protein concentrate (WPC 34%) and reducing the sodium level by replacing 40% sodium chloride (NaCl) by potassium chloride (KCl) and part of the traditional emulsifying salt (Joha S9) - which contains 30.5% sodium - by an emulsifying salt with a sodium level of 8.2% (Joha SK75). The formulation was optimized using a factorial experimental design of the 2^2 type with two factors (Joha S9 and Joha SK75) and two levels (+1, -1), resulting in a total of 11 treatments. The 11 formulations were evaluated microbiologically and also as to physical-chemical, sensory and instrumental texture parameters using the response surface method. The NFARSR formulation with the best performance was R5, made with a blend of 1.0% JohaS9 and 1.2% Joha SK75.

Keywords: processed cheese, light, health

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares representam a principal causa de mortalidade no Brasil (MS, 2012) e no mundo (OMS, 2009). Dentre estas doenças, o derrame cerebral se destaca como a mais letal, sendo a hipertensão arterial descontrolada a grande responsável por essa liderança da morte por derrame cerebral no Brasil (PORTAL DO CORAÇÃO, 2009). Dentre as principais causas da hipertensão pode-se citar o consumo de alimentos com alto teor de gordura e sódio. Seria desejável que o consumo desses nutrientes fosse reduzido da dieta humana, fato comprovado por pesquisa recente (FIESP, 2010). Esta pesquisa indicou que uma das características mais valorizadas por consumidores de diferentes países é a ausência ou teores reduzidos de sal e gordura.

O requeijão é um produto típico do Brasil, que ocupa importante lugar nas vendas e no consumo de lácteos, porém, é uma fonte de gordura e sódio, o que pode limitar o seu consumo por pessoas preocupadas com a saúde. Na fabricação de requeijão, a gordura pode ser substituída por concentrado protéico de soro (WPC-34) (BOSI, 2008), que é fonte de proteína láctea e ajuda a absorver água, diminuindo a sensação da redução de gordura no alimento (CICHOSKI et. al., 2008). Para a redução de sódio, o cloreto de potássio (KCl) é um dos ingredientes mais utilizados como substituto do sal comum (cloreto de sódio –NaCl) nos alimentos processados (GMA, 2008). Porém, não se pode substituir todo o NaCl existente no produto. A melhor solução é uma combinação dos dois sais (TARVER, 2010).

A redução de sódio para o requeijão pode ser obtida pela combinação de NaCl e KCl e a substituição de parte do sal fundente tradicionalmente utilizado (à base de fosfatos de sódio) por outros à base de fosfatos de potássio e/ou cálcio e/ou sódio. Assim, este estudo teve por objetivo a otimização de uma formulação de RSGTRS utilizando a combinação de sais fundentes Joha S9 (a base de fosfatos de sódio) e Joha SK75 (à base de fosfatos de potássio e de sódio).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de trabalho

O trabalho foi desenvolvido na planta piloto de queijos e nos laboratórios do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Laticínios (TECNOLAT) e do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas/SP.

2.2 Fabricação dos requeijões

A otimização da mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha SK75 foi feita a partir de um planejamento fatorial do tipo 2^2 com dois fatores e com dois níveis, que resultou na realização de 11 processamentos (Tabela 1).

Os onze processamentos (R1 a R11) foram realizados segundo metodologia adaptada de Bosi (2008). As principais etapas da fabricação do RSGTRS são detalhadas a seguir e no fluxograma da Figura 1.

Iniciou-se o processo pelo aquecimento do leite desnatado a 70ºC, adição de 0,28% de ácido lático 85% v/v (diluído na proporção 1:9 - ácido lático: água), coagulação do leite a quente e repouso da massa por 10min. A seguir foram feitas a dessoragem, enformagem, prensagem, pesagem e moagem da massa básica. A massa moída foi transferida para equipamento Stephan

UMMSK-40E (Ind. Mecânica Geiger) e recebeu a adição dos sais fundentes (quantidades descritas na Tabela 1), do cloreto de sódio (0,36% em relação à massa básica) e do sal *light* (cloreto de sódio e de potássio) (1,44% em relação à massa básica) que eram misturados à temperatura ambiente. Adicionou-se, então, o caseinato de cálcio (1% em relação ao produto final) e a água (quantidade suficiente para obter produto final com 25% de extrato seco total) e aqueceu-se a mistura a 70°C. Nesta temperatura, acrescentou-se o WPC-34 (4% em relação à massa básica), o branqueador (bióxido de titânio) (0,13% em relação ao produto final) e o anti-espumante (GEMACOMÒ) (40ppm em relação ao produto final) e fez-se o primeiro cozimento (70°C/5min.). A massa foi, então, aquecida até 87°C e submetida ao segundo cozimento (87°C/3min.). Após a fusão,

Tabela 1 – Delineamento experimental fatorial de 2 níveis para as variáveis independentes Joha S9 e Joha SK75.

Ensaio	Código	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais		Soma
		S9	SK75	S9 (%)*	SK75 (%)*	S9 + SK75(%)
1	R1	-1	-1	0,8	0,8	1,6
2	R2	-1	0	0,8	1	1,8
3	R3	-1	1	0,8	1,2	2
4	R4	0	-1	1	0,8	1,8
5	R5	0	1	1	1,2	2,2
6	R6	1	-1	1,2	0,8	2
7	R7	1	0	1,2	1	2,2
8	R8	1	1	1,2	1,2	2,4
9	R9	0	0	1	1	2
10	R10	0	0	1	1	2
11	R11	0	0	1	1	2

* % de sal fundente utilizada em relação à massa básica

Leite desnatado aquecido a 70ºC
⇓
Coagulação ácida a quente com ácido láctico 85% v/v
⇓
Dessoragem e enformagem
⇓
Prensagem (80 min – 2 a 4 kgf/cm^2 com viragem na metade do tempo), Pesagem e Moagem
⇓
Mistura por 1min, a temperatura ambiente, da massa moída, sais fundentes, NaCl e sal *light*
⇓
Adição do caseinato de cálcio e da água. Aquecimento até 70°C
⇓
Adição do WPC 34%, branqueador e anti-espumante Cozimento (70°C/5min.) com agitação média sob vácuo
⇓
Abertura da máquina para verificação do ponto. Aquecimento novamente até 87°C.
⇓
2º cozimento (87ºC/3min.): alta agitação sob vácuo
⇓
Envase a quente na dosadora Biasinox (copos de 250g)
⇓
Fechamento com sistema "abre fácil" (Rojek)
⇓
Resfriamento com água a temperatura ambiente. Estocagem câmara fria (6ºC ± 1ºC).

Figura 1 – Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio (**RSGTRS**) (adaptado de BOSI, 2008).

realizou-se o enchimento e fechamento dos copos de vidro (sistema vácuo com tampa abre-fácil). Finalmente, foi realizado o resfriamento e a estocagem em câmara refrigerada (6±1°C).

2.3 Análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e de textura instrumental

As análises dos requeijões R1 a R11 foram realizadas no período de 1 a 3 dias de fabricação com metodologias oficiais. As análises de pH, acidez titulável e gordura foram realizadas segundo Instituto Adolfo Lutz (2005); nitrogênio total e extrato seco total, de acordo com International Dairy Federation (1962 e 1964) e (1982), respectivamente; cinzas, conforme Horwitz (2000) e teor de sódio de acordo com Horwitz; Latimer Jr. (2006). As análises microbiológicas para determinação de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas foram realizadas de acordo com Bergère; Sivelä (1990) e a determinação de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas e termófilas e contagem total de fungos filamentosos segundo Frank; Yousef (2004). Coliformes totais e termotolerantes foram determinados segundo Kornacki; Johnson (2001).

A avaliação sensorial foi realizada com 51 consumidores de requeijão cremoso, sendo as amostras avaliadas quanto à aceitação do produto de modo global, consistência na colher, espalhabilidade e sabor, através de escala hedônica de nove pontos (9: gostei muitíssimo; 5: não gostei nem desgostei, 1: desgostei muitíssimo) (MEILGAARD et al., 2006). A análise de perfil de textura foi realizada em Texturômetro Universal TA-XT2 segundo Van Dender (2006) e Bosi (2008).

Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio de Análise de Variância (ANOVA) e do teste de Tukey ao nível de erro de 5%, para comparação das médias e pelo método de superfície de resposta, com relação a parâmetros físico-químicos, sensoriais e de textura, para otimização da formulação em relação à mistura de sais fundentes (STATSOFT INC., 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação físico-química dos requeijões

A Tabela 2 apresenta as caracterizações físico-químicas dos requeijões RSGTRS após 1 a 3 dias de fabricação.

De modo geral, o valor de pH dos requeijões variou de 5,82 a 6,00, valores semelhantes aos da literatura (5,4-6,2) (VAN DENDER, 2006) e próximos aos obtidos por Bosi (2008) para requeijão tradicional sem adição de gordura. Estes valores são típicos para este produto quando não é realizada a lavagem da massa básica, restando nesta massa, resíduo do ácido lático usado para precipitação das proteínas do leite (VAN DENDER, 2006). Os teores de gordura das amostras de requeijão R1 a R11 variaram de 0,53% a 0,76%. Apesar de não haver adição de gordura (creme de leite) durante os processamentos, a massa apresentou teor de gordura de 0,989%. Este teor de gordura na massa se deve à tolerância da presença de gordura no leite desnatado em até 0,5% (BRASIL, 2002).

A Portaria SVS/MS nº 27/1998 (BRASIL, 1998) regulamenta, no Brasil, a informação nutricional complementar em alimentos com valor reduzido de algum nutriente (como o sódio). De acordo com esta legislação, para se aplicar a denominação de requeijão sem adição de gordura com teor reduzido de sódio, o produto deve apresentar uma redução mínima de 25% no seu conteúdo de sódio (em relação a um padrão sem redução de sódio) e uma diferença maior que 120mg de sódio/100g do produto. A formulação de requeijão sem adição de gordura e com teor regular de sódio, desenvolvida por Bosi (2008), foi o padrão de referência deste estudo e apresentou 536mg de sódio/100g de amostra. Considerando este padrão, para cumprir as duas exigências legais, os requeijões desta pesquisa devem ter redução de, pelo menos, 134mg de sódio/100g, o que representa 25% de 536mg de sódio/100g. Assim, os requeijões fabricados, para serem considerados com teor reduzido de sódio, devem ter valor máximo de 402mg de sódio/100g do produto. Como pode ser observado na Tabela 2, todos os requeijões R1 a R11 atingiram a meta de redução de sódio pretendida.

3.2 Avaliação microbiológica dos requeijões

Os resultados das análises microbiológicas realizadas nas onze amostras (R1 a R11) de RSGTRS estão apresentados na Tabela 3. Todas as amostras apresentaram contagem de coliformes totais e termotolerantes dentro do limite estabelecido pela Portaria nº 359/1997 que contém o regulamento técnico de requeijão (BRASIL, 1997). Resultados semelhantes para coliformes totais e fecais foram apresentados por Reyes (2008) que avaliou requeijão cremoso fabricado por uma unidade de processamento brasileira e por Drunkler (2009) que produziu requeijões cremosos simbióticos.

Os requeijões fabricados nos experimentos são microbiologicamente seguros tendo-se verificado ausência de coliformes termotolerantes e de bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas. Do mesmo modo, as contagens de fungos filamentosos foram reduzidas.

Alves (2004) mediu a quantidade de

Tabela 2 – Caracterização físico-química dos requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio após 1 a 3 dias de fabricação.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9_10_11	d.m.s.(5%)
Acidez (% ácido láctico)	0,65 ± 0,00 ^{e}	0,56 ± 0,03 ^{e}	0,70 ± 0,00 ^{b}	0,60 ± 0,00 ^{d}	0,70 ± 0,00 ^{b}	0,70 ± 0,00 ^{b}	0,75 ± 0,00 ^{a}	0,71 ± 0,00 ^{b}	0,62 ± 0,02 ^{d}	0,0315
pH	5,91	5,95	5,96	5,90	6,0	5,96	5,86	5,92	5,82	-
Extrato seco total (g/100g)	23,33 ± 0,04 ^{a}	22,64 ± 0,22 ^{b}	20,70 ± 0,28 ^{e}	23,22 ± 0,27 ^{a}	21,95 ± 0,14 ^{c}	21,44 ± 0,17 ^{d}	22,86 ± 0,02 ^{ab}	21,56 ± 0,15 ^{cd}	21,67 ± 0,13 ^{cd}	0,5116
Gordura (g/100g)	0,68 ± 0,05 ^{ab}	0,76 0,05 ^{a}	0,66 ± 0,02 ^{abc}	0,65 ± 0,04 ^{bcd}	0,57 ± 0,02 ^{bcd}	0,63 ± 0,03 ^{bcd}	0,56 ± 0,01 ^{de}	0,53 ± 0,04 ^{e}	0,65 ± 0,01 ^{bcd}	0,0962
Gordura no Extrato Seco –GES* (%)	2,92 ± 0,22 ^{bc}	3,35 ± 0,22 ^{a}	3,21 ± 0,12 ^{ab}	2,79 ± 0,13 ^{cd}	2,61 ± 0,06 ^{cd}	2,94 ± 0,12 ^{abc}	2,44 ± 0,06 ^{d}	2,46 ± 0,19 ^{d}	3,01 ± 0,07 ^{abc}	0,4204
Nitrogênio Total-NT (g/100g)	3,05 ± 0,04 ^{abc}	3,06 ± 0,02 ^{ab}	2,83 ± 0,03 ^{d}	3,09 ± 0,05 ^{a}	2,97 ± 0,03 ^{abcd}	2,89 ± 0,05 ^{bcd}	3,04 ± 0,09 ^{abc}	2,89 ± 0,12 ^{cd}	2,82 ± 0,01 ^{d}	0,1695
Proteína Total ** (g/100g)	19,48 ± 0,24 ^{abc}	19,52 ± 0,14 ^{ab}	18,05 ± 0,20 ^{d}	19,68 ± 0,32 ^{a}	18,96 ± 0,17 ^{abcd}	18,46 ± 0,31 ^{bcd}	19,40 ± 0,57^{abc}	18,44 ± 0,78 ^{cd}	18,00 ± 0,09 ^{d}	1,0834
Cinzas(g/100g)	2,52 ± 0,08 ^{a}	2,59 ± 0,04 ^{a}	2,61 ± 0,32 ^{a}	2,53 ± 0,10 ^{a}	2,66 ± 0,05 ^{a}	2,55 ± 0,03 ^{a}	2,67 ± 0,08 ^{a}	2,61 ± 0,02 ^{a}	2,61 ± 0,02 ^{a}	0,29
Sódio (mg/100g)	372,13 ± 8,18^{a}	368,01 ± 2,66^{a}	363,12 ± 24,34^{a}	384,16 ± 14,93^{a}	382,34 ± 19,22 ^{a}	381,67 ± 10,62 ^{a}	382,72 ± 24,10^{a}	393,04 ±12,61^{a}	366,84 ±12,10^{a}	37,68

* GES=Gx100/EST

** PT = NT X 6,38

d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade.

As amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem ao nível de 5%.

oxigênio restante no espaço livre do copo de vidro com fechamento abre fácil contendo requeijão cremoso. Esta autora observou que o teor de oxigênio foi muito baixo o que conferiu durabilidade ao produto, inclusive com relação ao efeito da luz. Assim, as reduzidas contagens de fungos filamentosos verificadas neste estudo podem ser explicadas pela anaerobiose parcial do produto embalado visto que grande número de espécies deste grupo são aeróbias.

As contagens de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas se apresentaram entre <10 e $5{,}0x10^1$ UFC/g. As contagens de bactérias esporogênicas aeróbias termófilas ficaram entre <10 e $1{,}0x10^1$ UFC/g. Para bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas os resultados variaram de < 3 a 9 NMP/g. Reyes (2008) avaliou requeijões cremosos quanto a presença de vários grupos de bactérias esporuladas excetuando-se as bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas. Esta autora encontrou valores de $7{,}9x10^2$ a $6{,}3x10^3$ esporos mesófilos aeróbios/g e 1,9 a $3{,}1x10^1$ esporos termófilos aeróbios/10g para os requeijões que analisou.

3.3 Avaliação sensorial dos requeijões

Os resultados da avaliação sensorial dos requeijões (R1 a R11), após 1 a 3 dias de fabricação, encontram-se na Tabela 4. Em termos de consistência, espalhabilidade, sabor e modo global, as amostras diferiram significativamente entre si, ao nível de 5% de significância. As formulações que receberam as maiores pontuações em todos os parâmetros avaliados foram R5, R7 e R8.

3.4 Avaliação de textura instrumental dos requeijões

Os perfis de textura dos requeijões R1 a R11 são apresentados na Tabela 5 e mostram que as amostras avaliadas apresentaram valores estatisticamente diferentes entre si, ao nível de 5% de significância, com relação a todos os parâmetros avaliados. Em termos de dureza e adesividade os RSGTRS que apresentaram os valores mais elevados foram, em ordem decrescente, R7, R8 e R5. R7 diferiu significativamente e de forma marcante de todas as amostras, segundo os resultados da avaliação instrumental. Comparando os resultados da avaliação sensorial (Tabela 4) com os da textura instrumental (Tabela 5) pode-se deduzir que os provadores preferem os requeijões mais duros/firmes e adesivos que foram os requeijões R5, R7 e R8 os quais obtiveram as melhores avaliações para os atributos consistência, espalhabilidade e modo global.

3.5 Otimização da formulação de RSGTRS utilizando a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha SK75

Os resultados obtidos na avaliação físico-química (acidez, gordura no extrato seco e teor de sódio), sensorial (modo global, consistência, espalhabilidade e sabor) e de textura instrumental (dureza, adesividade e coesividade) dos requeijões foram os parâmetros escolhidos para a otimização do uso da mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha SK75. Os resultados da avaliação físico-química

Tabela 3 – Resultados da avaliação microbiológica das onze amostras de requeijões elaborados com o uso da mistura de sais fundentes Joha S9+Joha SK75.

Amostra	Determinações						
	Fungos filamentosos (UFC/g)	Coliforme 30-35°C (NMP/g)	Coliforme a 45°C (NMP/g)	BEAM (UFC/g)	BEAT (UFC/g)	BEAnM (NMP/g)	BEAnPs (NMP/g)
R1	$1{,}0x10^1$	<3	<3	$5{,}0x10^1$	< 10	9	< 3
R2	< 10	<3	<3	<10	$1{,}0x10^1$	4	< 3
R3	$1{,}0x10^1$	4	<3	$1{,}0x10^1$	<10	< 3	< 3
R4	< 10	<3	<3	<10	<10	4	< 3
R5	< 10	<3	<3	<10	<10	< 3	< 3
R6	< 10	<3	<3	<10	$1{,}0x10^1$	< 3	< 3
R7	$2{,}0x10^1$	<3	<3	<10	<10	< 3	< 3
R8	< 10	<3	<3	$1{,}0x10^1$	< 10	< 3	< 3
R9	< 10	<3	<3	$1{,}0x10^1$	<10	< 3	< 3
R10	< 10	<3	<3	< 10	<10	< 3	< 3
R11	$6{,}0x10^1$	<3	<3	<10	< 10	< 3	< 3

NMP/g = número mais provável por grama; UFC = unidades formadoras de colônias por grama; BEAM. = bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas; BEAT = bactérias esporogênicas aeróbias termófilas; BEAnM. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; BEAnPs = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.

(acidez e gordura no extrato seco), sensorial (modo global, espalhabilidade e sabor) e de textura (coesividade) resultaram em coeficientes de determinação R^2 menores de 70%. Assim, os modelos de regressão para estes parâmetros não puderam ser utilizados para determinação da melhor formulação utilizando a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha SK75. O parâmetro físico-químico teor de sódio, o parâmetro sensorial consistência e os parâmetros de textura dureza e adesividade apresentaram R^2 igual ou superior a 70% e puderam ser utilizados para escolha da melhor formulação.

As equações e os coeficientes R^2, para os parâmetros com R^2 igual ou superior a 70%, são apresentados na **Tabela 6**. Os gráficos de superfície de resposta destes parâmetros, por sua vez, são apresentados, respectivamente, nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Adotando o valor de 402 mg/100g como o teor máximo de sódio permitido (item 3.1), a análise da Figura 2 mostra que todas as formulações elaboradas obedecem a essa exigência, porém, as formulações mais indicadas (menores teores de sódio) seriam aquelas elaboradas com valores de sais Joha SK75 e Joha S9 compreendidos nos seguintes intervalos: Joha SK75 (0,8% a 1,2%) e Joha S9 (0,75 a 1,0%). Obedecem a essa regra as formulações R1, R2, R3, R4, R5 e R9-10-11.

Os resultados da análise de superfície de resposta para o parâmetro sensorial consistência (Figura 3) mostraram que as maiores pontuações para esse atributo foram obtidas com o uso de combinações de concentrações de 1,0% a 1,25% de Joha SK75 e de 1,0% a 1,2% de Joha S9. Encontram-se nessa faixa as seguintes formulações: R5, R7, R8 e R9-10-11.

Não existe na legislação ou na literatura especializada em lácteos, valores ideais para os atributos dureza e adesividade de requeijão sem adição de gordura com teor reduzido de sódio.

Tabela 4 – Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade de modo global, da consistência, espalhabilidade e sabor das amostras de requeijão (R1 a R11).

Amostra	Modo Global	Consistência (avaliada com a colher)	Espalhabilidade (espalhada com espátula no biscoito)	Sabor
R1	5,8 ± 1,7 ^{bc}	4,6 ± 2,0 ^{d}	5,5 ± 2,0 ^{c}	5,3 ± 2,1 ^{ab}
R2	6,4 ± 1,9 ^{ab}	6,4 ± 2,0 ^{abc}	6,9 1,5 ^{a}	6,2 ± 2,0 ^{a}
R3	4,8 ± 2,2 ^{c}	5,1 ± 2,2 ^{d}	5,6 ± 2,1 ^{ab}	4,4 ± 2,3 ^{b}
R4	6,3 ± 1,7 ^{ab}	6,3 ± 2,1 ^{bc}	6,7 ± 1,6 ^{a}	6,0 ± 1,8 ^{a}
R5	7,0 ± 1,6 ^{a}	7,5 ± 1,3 ^{a}	7,5 ± 1,4 ^{a}	6,3 ± 2,0 ^{a}
R6	4,7 ± 2,2 ^{c}	5,5 ± 2,2 ^{dc}	5,6 ± 2,1 ^{c}	4,2 ± 2,4 ^{b}
R7	7,1 ± 1,6 ^{a}	7,0 ± 1,8 ^{ab}	7,4 ± 1,3 ^{a}	6,1 ± 2,0 ^{a}
R8	6,5 ± 1,5 ^{ab}	6,7 ± 1,8 ^{ab}	6,9 ± 1,4 ^{a}	6,0 ± 1,8 ^{a}
R9; R10; R11	5,6 ± 2,0 ^{bc}	6,4 ± 1,4 ^{abc}	6,6 ± 1,2 ^{ab}	5,2 ± 1,9 ^{ab}
d.m.s.(5%)	1,08	1,14	1,01	1,16

d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade.
As amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem ao nível de 5%.

Tabela 5 – Resultados obtidos na análise de perfil de textura das amostras de requeijões (R1 a R11), após 1 a 3 dias de fabricação.

Amostra	Dureza (gf)	Adesividade (gf.s)	Coesividade
R1	15,036 ± 0,653 ^{e}	-11,615 ± 2,312 ^{a}	0,882 ± 0,011 ^{abc}
R2	21,576 ± 1,462 ^{e}	-36,552 ± 3,415 ^{a}	0,886 ± 0,007 ^{a}
R3	19,946 ± 1,700 ^{e}	-28,776 ± 4,248 ^{a}	0,826 ± 0,005 ^{e}
R4	20,584 ± 1,545 ^{e}	-30,357 ± 4,777 ^{a}	0,883 ± 0,010 ^{ab}
R5	61,153 ± 6,362 ^{c}	-146,705 ± 15,556 ^{c}	0,850 ± 0,007 ^{de}
R6	42,218 ± 2,953 ^{d}	-95,693 ± 15,373 ^{b}	0,858 ± 0,012 ^{cd}
R7	141,070 ± 16,734 ^{a}	-370,649 ± 47,422 ^{e}	0,856 ± 0,017 ^{d}
R8	97,571 ± 9,732 ^{b}	-238,858 ± 23,254 ^{d}	0,859 ± 0,018 ^{bcd}
R9; R10; R11	41,935 ± 2,583 ^{d}	-97,967 ± 7,508 ^{b}	0,869 ± 0,011 ^{abcd}
D.M.S.(5%)	14,554	40,424	0,0238

d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade
As amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem ao nível de 5%.

Porém, o parâmetro dureza instrumental dos requeijões pode ser associado ao parâmetro sensorial de consistência (avaliada com a colher). Assim, extrapolando-se as faixas de utilização dos sais Joha SK75 e Joha S9 em que se obtêm as melhores pontuações de consistência (1,0% a 1,25% de Joha SK75 e de 1,0% a 1,2% de Joha S9) para a Figura 4, verifica-se que os valores ideais de dureza para o RSGTRS elaborado com esta combinação de sais fundentes ficariam entre 59,11g e 113,53g. Essa faixa de valores de dureza encontra-se acima da observada por Bosi (2008), que encontrou um valor de dureza de 35g para requeijões elaborados sem adição de gordura.

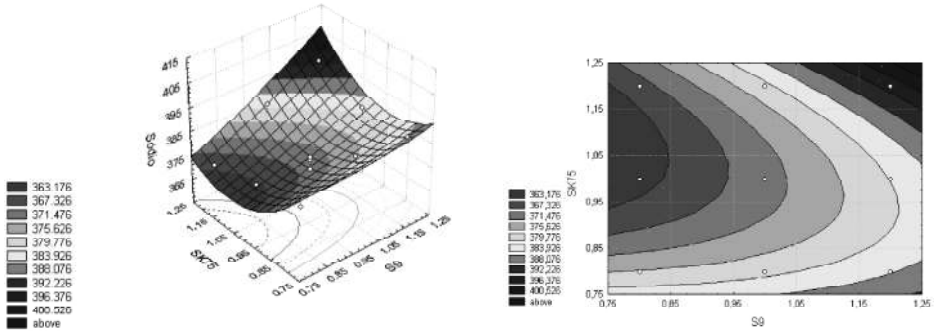

Figura 2 –Superfície de resposta (A) e de contorno (B) para variável teor de sódio dos requeijões R1 a R11.

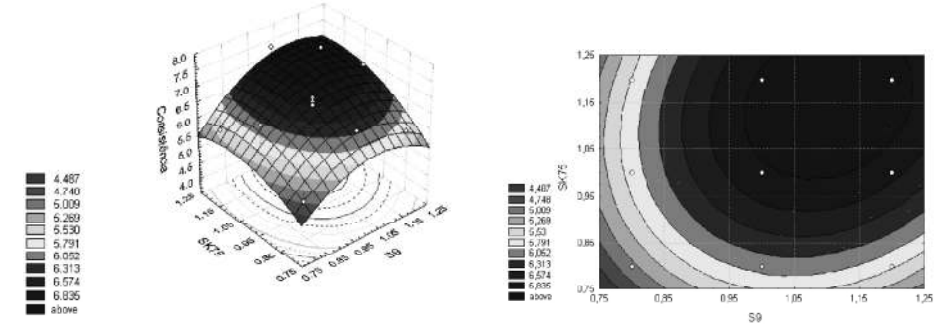

Figura 3 - Superfície de resposta (A) e de contorno (B) para variável consistência da análise sensorial dos requeijões R1 a R11.

Tabela 6 – Modelo ajustado e coeficiente de determinação (R^2) para parâmetros dos requeijões elaborados com a mistura de sais fundentes Joha S9+Joha SK75.

Parâmetro	Modelo	R^2
Sódio	699.091 - 132.533 X S9 + 25.170 X $S9^2$ – 571.556 X SK75 + 222.332 X $SK75^2$ + 127.344 X S9 X SK75	0.83629
Consistência	- 19.1005 - 29.4149 X S9 -15.8158 X $S9^2$ +17.3482 X SK75 - 9.8158 X $SK75^2$ + 4.7500 X S9 X SK75	0.70216
Dureza	89.77 + 784.31 X SK75 - 1135.53 X S9 + 503.59 X $S9^2$ - 507.77 X $SK75^2$ + 315.26 X S9 X SK75	0.8024
Adesividade	85.41 + 2902.78 X S9 - 1319.40 X $S9^2$ - 2557.72 X SK75 + 1557.34 X $SK75^2$ - 787.53 X S9 X SK75	0.79864

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do Teste de Tukey para os parâmetros físico-químicos (teor de sódio e de gordura no extrato seco) e sensoriais, as melhores formulações de RSGTRS utilizando a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha SK75 foram R5, R7 e R8. Porém, segundo a análise dos gráficos de superfície de resposta para os parâmetros teor de sódio e consistência na colher as melhores formulações foram as elaboradas com o uso de combinações de 1,0% a 1,2% de Joha SK75 e de 1,0% de Joha S9, que correspondem aos requeijões R5 e R9-10-11. Com base na análise dos resultados acima e também nos comentários das fichas de avaliação sensorial dos produtos, a melhor formulação de RSGTRS utilizando a mistura de sais fundentes Joha SK75 e Joha S9 foi a R5 (1,2% Joha SK75 e 1,0% Joha S9).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Bolsa Pibic e Apoio Financeiro ao Projeto).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.M.V. **Estabilidade de requeijão cremoso em diferentes embalagens com e sem exposição à luz.** 2004. 175f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004

BERGÈRE, J. L.; SIVELÄ, S. Detection and enumeration of clostridial spores related to cheese quality. classical and new methods. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Bruxelles, n.251, p.18-23, 1990.

BOSI, M. G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar**. 2008. 142f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional

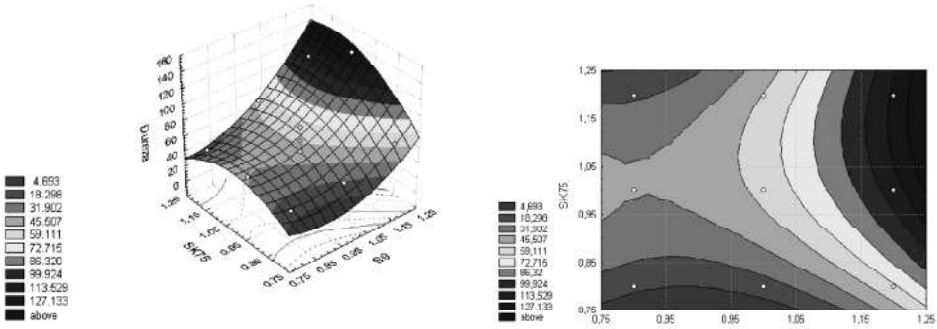

Figura 4 – Superfície de resposta (A) e de contorno (B) para variável dureza da análise de textura instrumental dos requeijões R1 a R11.

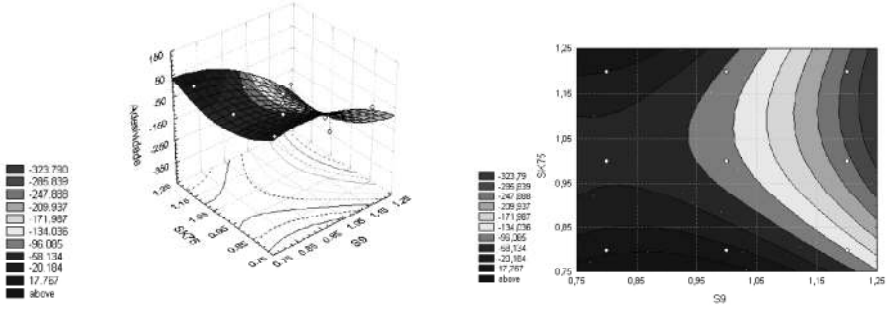

Figura 5 – Superfície de resposta (A) e de contorno (B) para variável adesividade da análise de textura instrumental dos requeijões R1 a R11.

Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, 15 jan. 1998. Seção 1, p. 8.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p. 21.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Portaria nº 359, de 04 de setembro de 1997. Aprova Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesõn. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, 08 set. 1997. Seção 1, p. 43.

CICHOSKI, A. J. et al. Efeito da adição de probióticos sobre as características de queijo prato com reduzido teor de gordura fabricado com fibras e lactato de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 214-219, 2008.

DRUNKLER, D. A. **Produção de requeijão cremoso simbiótico.** 2009. 178 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: FIESP, Campinas: ITAL, 2010. 173 p.

FRANK, J. F.; YOUSEF, A.E. Tests for groups of microorganisms. In: MARSHALL, R.T. (Ed.). **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. 17th ed. Washington: American Public Health Association, 2004. cap. 8, p. 227-248.

GROCERY MANUFACTURERS ASSOCIATION- GMA. **Sodium and salt: A guide for consumers, policymakers and the media.** Washington: GMA, 2008. Disponível em: <http://www.gmabrands.com/publications/SPP_SodiumFINAL.pdf>. Acesso em: 02 jul 2010.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 17th ed. Washington: AOAC, 2000.

HORWITZ, W.: LATIMER JR., G. (Eds.). Methods. In: _____. **Official methods of Analysis of the AOAC International.** 18 th ed. Gaithersburg, Maryland: AOA, 2005. cap. 50, p. 15-18.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: MS, 2005. 1018p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the protein content of processed cheese products.** Brussels: FIL/IDF, 1964. (FIL-IDF, 25).

_____. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method.** Brussels: FIL/IDF, 1962. (FIL-IDF, 20).

_____. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese.** Brussels: FIL/IDF, 1982. (FIL-IDF, 4A).

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J. L. *Enterobacteriaceae*, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: DOWNES, F. P; ITO, K. (Eds.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001. cap. 08, p. 69-82.

MEILGAARD, M. et al. **Sensory Evaluation Techniques**. 4 th ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. 448p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Pratique saúde.** Disponível em:<http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=919>. Acesso em: 16 março 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Cardiovascular diseases (CVDs).** OMS, 2009. Disponível em: <www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>. Acesso em: 05 fev. 2012.

PORTAL DO CORAÇÃO. **Doenças cardiovasculares causam um terço das mortes no Brasil.** 2009. Disponível em: <http://portaldocoracao.uol.com.br/resultado.php>. Acesso em: 05 fev. 2010.

REYES, A.F. **Avaliação da contaminação por microorganismos esporulados e indicadores em requeijão cremoso**. 2008. 174f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

STATSOFT INC. **Statistica: A comprehensive system for statistics, graphics and application development.** Version 5.5. Tulsa: Statsoft Inc, 2000.

TARVER, T. Desalting the food grid. **Food Technology**, Chicago, v. 64, n. 8, p. 44-50, 2010.

VAN DENDER, F. G. A. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnología de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2006. 391p.

Onde você vê **leite** a gente vê **tecnologia**

Há mais de 45 anos, o Macalé é referência em tecnologia no setor de laticínios.

Uma tradição de qualidade e parcerias sólidas que oferecem sempre os melhores ingredientes e serviços ao mercado laticinista brasileiro.

Por isso, na hora de produzir com qualidade e inovação, conte com a gente.



Macalé
Produtos para Laticínios

www.macale.com

Distribuidor Autorizado

CHR. HANSEN · KRAKI · bonsato · RAI INDUSTRIAL