

Queijo tipo minas frescal com derivados de soja: características físicas, químicas e sensoriais

Minas frescal cheese with soy product: physical, chemistry and sensorial characteristics

Juliany PIAZZON-GOMES¹, Sandra Helena PRUDÊNCIO², Rui Sérgio dos Santos Ferreira da SILVA^{2*}

Resumo

Nove provadores selecionados e treinados avaliaram a aparência, aroma, sabor e textura de três formulações de queijo tipo minas frescal (tradicional, com extrato hidrossolúvel de soja em pó (PS-60) e coalho bovino e com PS-60 e coagulante microbiano). O queijo tradicional caracterizou-se pela aparência de umidade e de sabor coalhada. O queijo com PS-60 elaborado com coalho bovino apresentou cor creme e gosto amargo e a amostra com coagulante microbiano mostrou maior aroma soja. As caracterizações instrumentais das três formulações de queijo foram desenvolvidas através da análise do perfil de textura (TPA) utilizando um texturômetro TA-XT2i *Stable Micro System* e, para a análise de cor, utilizou-se um aplicativo computacional e escâner. Com relação à textura, o queijo minas frescal tradicional e o queijo produzido com PS-60 e coalho bovino caracterizaram-se mais duros; o queijo tradicional apresentou maiores valores nos parâmetros de fraturabilidade, coesividade e mastigabilidade e os queijos tradicional e aquele formulado com PS-60 e coagulante microbiano apresentaram-se mais elásticos. Em relação à cor, o queijo tradicional apresentou cor branca amarelo-esverdeada mais intensa. A aceitação das amostras foi avaliada por cem provadores não treinados, utilizando-se escala hedônica estruturada de sete pontos. Os queijos formulados com PS-60 apresentaram 88% de aceitação.

Palavras-chave: queijo minas frescal; análise descritiva quantitativa; aceitação sensorial; textura; cor.

Abstract

Nine selected and trained panelists evaluated the appearance, odor, flavor and texture of three types of Minas frescal cheese (traditional, with fat free hydrosoluble soybean extract powder (PS-60) and bovine rennet and with PS-60 and microbiology coagulant). The traditional cheese were characterized by moisture appearance and junked flavor. The added PS-60 cheese made with bovine rennet showed cream color and bitter taste and the samples made with microbiology coagulant showed more soybean aroma. Instrumental characterization of the three types of cheese were developed by texture profile analysis (TPA), using a measuring tender TA-XT2i *Stable Micro System* and the color analysis, using a computer applicative and scanner. Considering texture, the traditional cheese and the cheeses added of PS-60 with bovine was more hardness; the traditional cheese was more fracturability, coesivity and mastigability and the traditional cheese and the cheese added of PS-60 and microbiology coagulant was more elastic. It was observed color difference among the cheeses, where the traditional cheese showed more intensity white yellow-greenish color. Considering the mean values obtained by acceptance test, it was observed that the added PS-60 cheese showed-up an acceptance of 88%.

Keywords: minas frescal cheese; descriptive quantitative analysis; sensorial acceptance; texture; color.

1 Introdução

Dentro da versatilidade da soja (*Glycine max*) no campo da indústria de alimentos, são conhecidos e comercializados, além da soja em grãos, farinha de soja, concentrado e isolados de soja, alimentos fermentados como *miso*, *shoyo*, *tempeh* e análogos lácteos com soja, como as bebidas à base de leite, queijo e iogurte, que permitem a utilização do extrato de soja ao invés do leite de vaca. A utilização de bactérias ácido-láticas responsáveis pela fermentação da soja diminui as concentrações de oligossacarídeos presentes, reduzindo, deste modo, as causas de flatulência, melhorando o sabor e permitindo a elaboração de produtos com melhores níveis de aceitabilidade (BACHMANN, 2001).

A soja destaca-se por apresentar aproximadamente 40% de proteínas de alta qualidade, 20% de lipídios com alta

concentração de ácidos graxos poli-insaturados, cerca de 34% de carboidratos, minerais como fósforo, ferro, magnésio e zinco e teores consideráveis de vitaminas do complexo B (CARRÃO-PANIZZI, 2000), além de fornecer compostos fitoquímicos, como as isoflavonas, que possuem estrutura química semelhante a dos estrógenos, representando uma alternativa na prevenção e/ou tratamento de doenças hormônio-dependentes, como câncer, sintomas da menopausa, doenças cardiovasculares e osteoporose.

A elaboração de queijos é uma das mais importantes atividades das indústrias de laticínio, sobretudo no Brasil. Sendo hoje o terceiro queijo mais consumido no País, o minas frescal atrai pelo seu alto rendimento tecnológico (L.kg⁻¹) e giro rápido

Recebido para publicação em 22/2/2008

Aceito para publicação em 3/1/2009 (003241)

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Rua XV de Novembro, 2191, Centro, CEP 85902-040, Toledo – PR, Brasil, E-mail: jugomes@utfpr.edu.br

² Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina – UEL, CP 6001, CEP 86051-970, Londrina – PR, Brasil, E-mail: ruisergio@uel.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

no mercado consumidor, propiciando assim um retorno mais imediato do capital investido (ABIQ, 2007).

Assim sendo, torna-se essencial o conhecimento das características sensoriais de um produto tão consumido quanto o queijo, já que o melhoramento da qualidade deste representa uma oportunidade de agregar valor nutricional ao alimento.

A análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma prova sensorial de grande interesse, na qual indivíduos treinados identificam e quantificam, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais de um produto ou um ingrediente (STONE; SIDEL, 1985). Tal análise apresenta diversas vantagens sobre outros métodos de avaliação, como por exemplo: a confiança no julgamento de uma equipe composta por 10-12 provadores treinados, ao invés de um grupo de poucos especialistas; desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, próxima à linguagem do consumidor; desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizada, implicando maior concordância de julgamentos entre os provadores e, ainda neste método, os produtos são analisados com repetições por todos os provadores, tendo seus resultados estatisticamente analisados (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Juntamente com o sabor, o aspecto e o aroma, a textura é um atributo sensorial que exerce influência sobre a aceitação dos alimentos pelo consumidor. Ao mesmo tempo em que confirma a expectativa quanto à qualidade do produto, a textura está associada à satisfação e ao prazer de comer (TUNICK, 2000).

Os analisadores de textura têm condições de calibrar uma variedade de parâmetros texturais, fornecendo dados objetivos e uniformes que permitem a comparação precisa dos resultados. Um exemplo disto é o equipamento TA-XT2 *Texture Analyser (Stable Micro Systems)*, que consiste em um moderno texturômetro com grande versatilidade e alta sensibilidade, no qual é possível executar os testes e obter diretamente todos os parâmetros da análise do perfil de textura medidos e transformados pelo seu aplicativo computacional (REYES-VEJA, 1998).

A cor consiste na percepção visual que resulta da detecção da luz após interação com um objeto e pode variar em três dimensões: tonalidade cromática (*hue*); luminosidade ou brilho (*value* ou *brightness*); e croma, saturação ou pureza (*chroma*, *saturation* ou *purity*). A tonalidade cromática é um atributo no qual se identificam as cores (violeta, azul, amarelo, laranja, vermelho e púrpura). Essa percepção é resultado de diferenças na absorção da energia radiante em vários comprimentos de onda. Já a luminosidade é o atributo em que é descrito a relação entre a luz refletida ou absorvida e caracteriza a cor como mais clara ou mais escura (de preto a branco). O croma é o atributo que indica a pureza da cor, ou seja, o quanto esta difere do cinza (TUNICK, 2000).

Como alternativa aos instrumentos tradicionais, a combinação de câmara digital, computador e aplicativo computacional adequado pode permitir uma análise versátil e de baixo custo. Um aplicativo foi desenvolvido para ler, pixel a pixel, cores de área pré-selecionada de imagem digitalizada, bastando escanear ou fotografar as amostras em condições padronizadas. O aplicativo converte as áreas selecionadas das

imagens em conjuntos de valores *Red*, *Green* *Blue* (RGB) médios (SACHS, 2001, 2003).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo determinar a composição centesimal do queijo tradicional elaborado com coagulante microbiano e do queijo acrescido de 8% de extrato hidrossolúvel de soja desengordurado em pó (PS-60) com coalho bovino ou com coagulante microbiano. Pretende-se traçar o perfil sensorial dos queijos tipo minas frescal elaborados com extrato hidrossolúvel de soja em pó (PS-60) e diferentes agentes coagulantes, e compará-los com o padrão (queijo tipo minas frescal tradicional elaborado com coagulante microbiano), utilizando-se da análise descritiva quantitativa e do teste de aceitação. Determinar e comparar a textura destes queijos de maneira instrumental e avaliar e comparar a cor dos queijos mediante o emprego de novo aplicativo computacional.

2 Material e métodos

2.1 Amostras

Foram avaliadas três formulações de queijo tipo minas frescal: 1) queijo minas frescal tradicional elaborado com coagulante microbiano, composto de 100% de quimosina produzida por fermentação (Chy-max líquido); 2) queijo tipo minas frescal acrescido de 8% de extrato hidrossolúvel de soja em pó (PS-60), com coalho bovino, composto de quimosina e pepsina bovina (HÁ-LA pó); e 3) queijo tipo minas frescal adicionado de 8% de PS-60, com coagulante microbiano (Chy-max líquido).

A adição de 8% de PS-60 para a produção dos queijos foi calculada com base na quantidade de sólidos totais presentes no leite bovino, seguindo as recomendações de Neves-Souza (2003).

2.2 Fluxograma do processamento do queijo minas frescal tradicional e composição centesimal

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma do processamento do queijo minas frescal tradicional processado com coagulante microbiano e na Tabela 1 se apresenta a composição centesimal do queijo minas frescal tradicional e dos queijos produzidos com PS-60 e coalho bovino ou coagulante microbiano em base úmida, ambas reproduzidas de Neves-Souza (2003).

2.3 Análise sensorial

Teste triangular

Foram utilizados 19 provadores selecionados nos testes de reconhecimento de gostos básicos e odores. Os testes foram realizados em cabines individuais e iluminados com lâmpadas fluorescentes (luz do dia). As amostras foram testadas em todas as combinações possíveis e de forma casualizada entre os provadores. Os resultados foram analisados pelo teste binomial, por meio de tabela apropriada (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999; O'MAHONY, 1986).

Análise descritiva quantitativa

Dos 60 candidatos, 33 foram recrutados e selecionados em função da disponibilidade, condições de saúde, afinidade com os produtos, facilidade de expressão e de trabalhar em grupo, capacidade em reconhecer cada odor de uma série de 15 substâncias aromáticas. Indivíduos que não atingiram 70% de acertos foram excluídos da equipe sensorial a ser formada. A capacidade em reconhecer gostos básicos também foi avaliada: cada indivíduo provou soluções aquosas contendo sacarose (2,0%), cloreto de sódio (0,2%), ácido cítrico (0,02%) e cafeína (0,07%). A apresentação dos quatro gostos básicos foi feita de forma aleatória para cada candidato, e aqueles que não atingiram 100% de acertos foram excluídos da equipe sensorial a ser formada. Assim, 19 candidatos apresentaram desempenho adequado e foram selecionados para compor

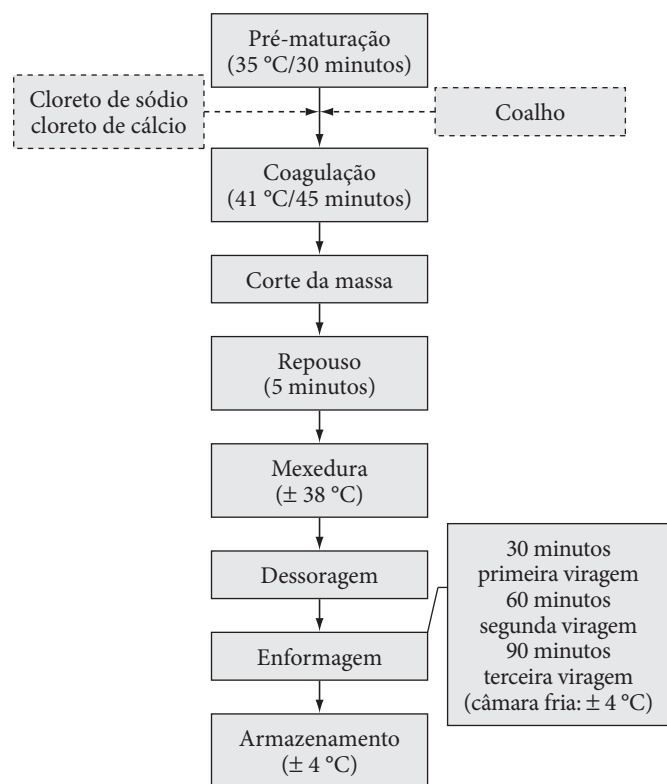


Figura 1. Fluxograma do processamento do queijo minas frescal tradicional.

Tabela 1. Composição centesimal do queijo minas frescal tradicional elaborado com coagulante microbiano e dos queijos acrescidos de PS-60 processados com coalho bovino ou coagulante microbiano.

Parâmetros físico-químicos	Queijo tradicional com coagulante microbiano	Queijo adicionado com PS-60 com coalho bovino	Queijo adicionado com PS-60 com coagulante microbiano
Umidade (g.100 g ⁻¹)	59,57 ^b	63,00 ^a	63,49 ^a
Proteínas totais (g.100 g ⁻¹)	14,98 ^b	18,60 ^a	18,40 ^a
Lípidios totais (g.100 g ⁻¹)	18,10 ^a	12,50 ^c	14,00 ^b
Cinzas totais (g.100 g ⁻¹)	2,79 ^a	3,17 ^a	2,99 ^a
Carboidratos totais (g.100 g ⁻¹)	4,57 ^a	2,72 ^{ab}	1,12 ^b

Médias de três repetições; ^{ab}médias na mesma linha acompanhadas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

a equipe, entretanto, houve a desistência de 7 provadores (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Segundo Stone e Sidel (1993), a análise descritiva quantitativa (ADQ) iniciou-se com o desenvolvimento da terminologia descritiva, utilizando-se o método de rede (MOSKOWITZ, 1983). As três amostras de queijos (queijo minas frescal contendo PS-60 elaborados com coalho bovino; com coagulante microbiano; e o queijo minas frescal tradicional) foram cortadas nas dimensões de 2,0 × 2,0 × 2,5 cm (C × L × h) e apresentadas de forma pareada aos 12 julgadores previamente selecionados para que listassem as diferenças e similaridades entre as amostras em relação à aparência, aroma, sabor e textura.

Após essas sessões, uma discussão em grupo foi conduzida para selecionar os termos descritivos mais utilizados e agrupar os termos com mesmo significado para compor a ficha de avaliação e gerar material de referência. Sessões suplementares de avaliação das amostras e das referências, como também das discussões em grupo, resultaram no uso consensual de termos descritivos pela equipe sensorial, além da elaboração da ficha de avaliação das amostras (Figura 2). Com a lista de nove termos descritores gerados e definidos de forma consensual, juntamente com os materiais de referência (Tabela 2), foram montadas as fichas de avaliação das amostras (Figura 2), nas quais se utilizou escala não estruturada de 9 cm, associada a cada descritor e ancorada nos pontos extremos pelas suas intensidades.

O desempenho da equipe foi avaliado por teste sensorial conduzido de acordo com delineamento experimental em blocos completos casualizados, em três repetições. Para avaliar a capacidade de discriminar amostras e repetibilidade de cada provador, os dados foram submetidos à análise de variância de dois fatores (amostras × repetições) mediante o programa *Statistical Analysis System – SAS for Windows* (SAS INSTITUTE, 1994). Provadores que apresentaram bom poder discriminativo (p para F amostra $\leq 0,50$), boa repetibilidade (p para F repetições $\geq 0,05$) e média intensidade consensual com a equipe foram selecionados para compor a equipe descritiva treinada (STONE; SIDEL, 1985).

Dos 12 provadores que participaram do desenvolvimento da terminologia descritiva, 9 apresentaram poder discriminativo e reprodutibilidade de resultados adequados, além de consenso com a equipe, permanecendo para os testes posteriores.

Os atributos sensoriais das amostras foram avaliados pelos provadores selecionados e treinados que utilizaram a ficha de

médias de Tukey ($p \leq 0,05$) aos resultados (SAS INSTITUTE, 1994). Também foi calculado o Índice de Aceitação, conforme Monteiro (1984).

2.4 Análise de textura

Foram realizadas as análises de textura no queijo minas frescal tradicional elaborado com coagulante microbiano e nos queijos minas frescal com adição de PS-60 elaborados com coalho bovino e com coagulante microbiano, após 3 dias da data de fabricação. Os queijos foram cobertos com filme de PVC transparente e mantidos em geladeira até a realização do teste e cada peça de queijo foi cortada em cilindros de 2,5 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura, e aproximadamente um centímetro da superfície dos queijos foi descartado. Foram tomadas 10 medidas de textura para cada amostra (MacFIE, 1990).

A textura foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA), utilizando-se um texturômetro TA-XT2i *Stable Micro System*. O experimento foi realizado em uma sala com temperatura controlada (21 °C).

Os parâmetros determinados foram dureza, fraturabilidade, elasticidade, adesividade, coesividade e mastigabilidade. Para a determinação dos parâmetros citados acima, seguiram-se os procedimentos de MacFIE (1990). Utilizou-se, durante os testes, um sensor cilíndrico de acrílico de 2,5 cm de diâmetro fixado no cabeçote móvel, a taxa de deformação foi programada para 2 mm/segundo e a penetração máxima foi de 10 mm.

2.5 Análise de cor

Para tal análise, descartaram-se as superfícies dos queijos e cortaram-se as amostras de forma cilíndrica, com aproximadamente um centímetro de espessura. Foram tomadas imagens digitais das três amostras de queijo em duplicata, utilizando para as imagens um escâner ColorPage-Vivid3X EPP (*Kye International Corp.*), com resolução ótica de 600 × 1200 pontos por polegadas (2,54 cm) e empregando o software para a edição de imagens Presto PageManager. Como condições de operação no aplicativo, foram empregadas resolução de 200, brilho 50, contraste 50 e profundidade de 24 cores. No programa Microsoft Editor, foi selecionada uma área da região central de cada tipo de queijo de 6 × 4 cm, salvando-se a imagem em *bitmap* (BMP). Empregando-se o programa Conversor em cor média RGB para imagens BMP, as imagens foram convertidas a valores RGB médios, utilizando-se um aplicativo de leitura pixel a pixel da cor (SACHS, 2001, 2003). Posteriormente, os dados foram convertidos para o sistema CIELAB pelo aplicativo *Munsell Conversion* versão 4.01, obtendo-se valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul).

Os experimentos de análises do perfil de textura instrumental e de cor foram conduzidos de acordo com o delineamento, inteiramente casualizados. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) (STONE; SIDEL, 1985).

3 Resultados e discussão

3.1 Análise sensorial

Aplicou-se o teste triangular para verificar se havia diferença sensorial entre os queijos minas frescal contendo PS-60 elaborados com coalho bovino e com coagulante microbiano (STONE; SIDEL, 1985), e constatou-se diferença sensorial entre os queijos elaborados com PS-60 e coalho bovino ou coagulante microbiano, no nível de 1% de significância (GONZÁLEZ; GIOIELLI; OLIVEIRA, 1998).

De acordo com a Tabela 3, verificou-se que a cor creme do queijo minas frescal com PS-60 e coalho bovino foi a mais intensa entre as três amostras, seguida do queijo adicionado de PS-60 com coagulante microbiano e do queijo minas frescal tradicional. O que contribuiu para esta diferença de cor foi o início da reação de *Maillard* pela ação do tratamento térmico. Resultados semelhantes de intensificação da cor amarela em outros produtos de soja são relatados em pesquisas (CIABOTTI et al., 2007). Uma série de fatores explica a diferença de cor entre os grãos de soja e seus produtos finais. Reações enzimáticas e não enzimáticas em grãos de soja são aceleradas quando estocadas em baixas temperaturas e/ou muito elevadas e os pigmentos escuros formados são transferidos para o extrato de soja, além do genótipo dos grãos (CIABOTTI et al., 2007).

A aparência de umidade da amostra de queijo minas frescal tradicional foi mais intensa que a do queijo elaborado com PS-60 e coagulante microbiano, enquanto que a aparência do queijo com PS-60 com coalho bovino não diferiu das amostras supracitadas. A desnaturação térmica influi nas propriedades físicas de geleificação, texturização ou fibrilação das proteínas, provocando a formação de uma rede tridimensional mais fraca e com retenção de umidade desuniforme na sua estrutura (CIABOTTI et al., 2007).

Entre os queijos elaborados com PS-60, o queijo produzido com coagulante microbiano apresentou maior intensidade no aroma soja que o queijo elaborado com coalho bovino. Tal fato indica que, provavelmente, o coagulante microbiano promovia aumento na percepção desse atributo. Para o sabor soja, estas amostras não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

O gosto amargo foi mais intenso no queijo minas frescal com PS-60 e coalho bovino, seguido do queijo produzido com PS-60 e coagulante microbiano e do queijo minas frescal tradicional. O gosto amargo distinguido na soja é atribuído às saponinas e às isoflavonas daidzeína e genisteína (LIU, 1997).

O sabor coalhada do queijo minas frescal tradicional foi mais intenso que o sabor dos queijos fabricados com PS-60 e coalho bovino ou coagulante microbiano, que não apresentaram diferença entre si. A ausência do PS-60 na fabricação do queijo minas frescal tradicional ocasionou mudanças detectáveis no sabor coalhada.

Para os atributos gosto salgado, maciez (textura) e esfarelada (textura), as três amostras de queijo não apresentaram diferenças entre elas ($p > 0,05$).

Tabela 3. Intensidade média dos atributos sensoriais para os queijos Minas frescal tradicional e coagulante microbiano, Minas frescal com PS-60 e coalho bovino e queijo Minas frescal com PS-60 e coagulante microbiano conforme Avaliação Descritiva Quantitativa.

Amostras Atributos	Queijo minas frescal tradicional com coagulante microbiano	Queijo minas frescal com PS-60 e coalho bovino	Queijo minas frescal com PS-60 e coagulante microbiano
Aparência			
Cor creme*	1,12 ^c	4,40 ^a	1,71 ^b
Umidade*	7,86 ^a	7,62 ^{ab}	7,37 ^b
Aroma			
Soja*	0,00 ^c	1,20 ^b	6,24 ^a
Sabor			
Gosto amargo*	0,73 ^c	4,63 ^a	1,79 ^b
Gosto salgado**	4,19 ^a	3,69 ^a	3,63 ^a
Coalhada*	1,13 ^a	0,77 ^b	0,74 ^b
Soja*	0,00 ^b	7,61 ^a	7,67 ^a
Textura			
Maciez**	7,90 ^a	7,79 ^a	7,95 ^a
Esfarelada*	2,67 ^a	2,36 ^a	2,53 ^a

*Médias de três repetições e nove provadores; **médias de três repetições e oito provadores; ^{a,b}médias na mesma linha acompanhadas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As Figuras 3a e b são formas gráficas comuns para a apresentação dos resultados da ADQ. Elas permitem melhor visualização dos resultados e comprovação das análises estatísticas, mas não podem substituí-las.

A Análise de Componentes Principais permitiu observar quais atributos melhor caracterizaram as amostras. O CPI discriminou o queijo minas frescal tradicional e os queijos produzidos com PS-60. As amostras de queijo tradicional ficaram alocadas na parte direita da figura, enquanto que os queijos com PS-60 ficaram à esquerda, indicando que os queijos fabricados com PS-60 são similares em relação aos atributos julgados, por estarem próximos entre si (Figura 3b).

O CPII também separou as três amostras, indicando que os queijos com PS-60 e coalho bovino e os queijos tradicionais ficaram alocados na parte superior da figura, enquanto que as amostras de queijo com coagulante microbiano ficaram na parte inferior.

Verificou-se que as amostras de queijo minas tradicional foram caracterizadas por apresentarem maior intensidade de umidade, gosto salgado e sabor coalhada, enquanto que as amostras de queijo com PS-60 e coalho bovino foram caracterizadas por apresentarem maior intensidade de cor creme e gosto amargo e, finalmente, as amostras de queijo com PS-60 com coagulante microbiano caracterizaram-se por apresentarem maior intensidade de aroma soja.

A soma dos componentes principais I e II foi alta (75%), ou seja, a variabilidade entre as amostras pôde ser bem explicada utilizando-se apenas esses dois eixos.

3.2 Análise de textura

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios dos parâmetros de textura das três amostras de queijo obtidos através da análise do perfil de textura. Os resultados fornecidos pelo teste de comparação de médias indicaram que as amostras

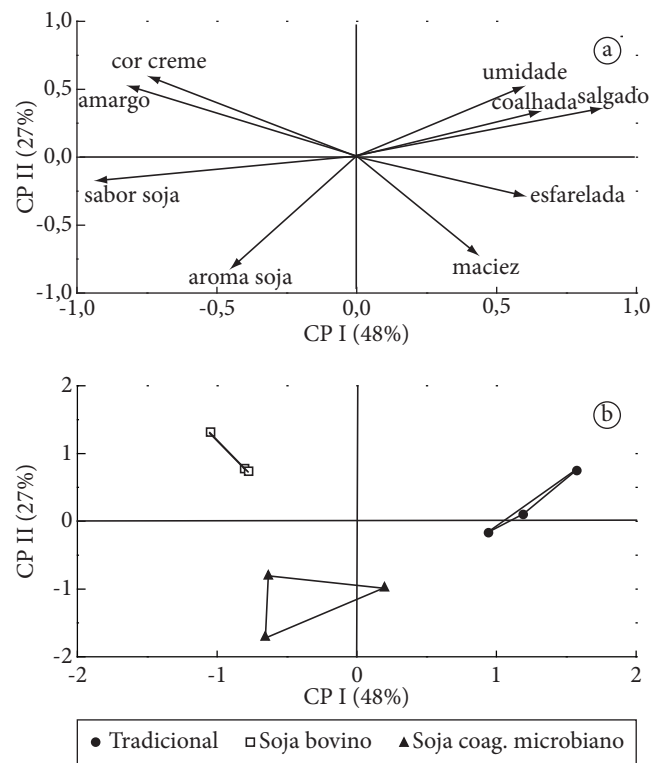


Figura 3. Análise de componentes principais das três amostras de queijo minas frescal: a) representação dos atributos sensoriais; e b) representação das amostras.

testadas diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si nos parâmetros dureza, fraturabilidade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, essas amostras não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação à adesividade.

As amostras de queijo tradicional e de queijo produzido com PS-60 e coalho bovino apresentaram os maiores valores de

Tabela 4. Valores instrumentais obtidos da curva de TPA para os queijos.

Parâmetros Amostras	Dureza (N)	Fraturabilidade (N)	Adesividade (N.s)	Elasticidade (adimensional)	Coesividade (adimensional)	Mastigabilidade (N)
Queijo tradicional com coagulante microbiano	15,626 ^a ± 2,157	0,1998 ^a ± 0,004	0,1649 ^a ± 0,140	0,9175 ^a ± 0,040	0,6272 ^a ± 0,057	8,9622 ^a ± 1,312
Queijo adicionado com PS-60 com coalho bovino	14,926 ^a ± 2,383	0,1927 ^b ± 0,004	0,3389 ^a ± 0,320	0,8760 ^b ± 0,040	0,5155 ^b ± 0,061	6,6580 ^b ± 0,928
Queijo adicionado com PS-60 com coagulante microbiano	11,218 ^b ± 2,275	0,1959 ^{ab} ± 0,005	0,1517 ^a ± 0,047	0,9199 ^a ± 0,160	0,5254 ^b ± 0,244	5,4051 ^c ± 1,072

Médias obtidas de dez determinações; ^{a,b}médias acompanhadas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); N – newton; N.s – newton/segundo.

dureza, não se diferenciando entre si ($p \leq 0,05$). Tal fato pode ser explicado devido ao queijo tradicional conter menor teor de umidade, proteína e maior teor de gordura, enquanto que o queijo com PS-60 e coalho bovino apresenta maior teor de umidade, proteína e menor teor de lipídios (Tabela 1) (ABIQ, 2007). As proteínas têm um papel fundamental na formação da rede tridimensional da coalhada na produção do queijo, ocorrendo uma diferença acentuada entre as propriedades físicas e o gel do queijo feito de globulina 7 e 11 S. O gel do queijo com globulinas 11 S (glicinina) é estabilizado por ligações dissulfídricas (CIABOTTI et al., 2007) que são ligações mais fortes, o que pode ser explicado talvez pelo fato de predominar esse tipo de ligação no queijo tradicional e no queijo produzido com PS-60 e coalho bovino, conferindo-lhes, assim, maior firmeza.

O queijo produzido com PS-60 e coagulante microbiano apresentou o menor valor de dureza, diferenciando-se ($p \leq 0,05$) das demais amostras. De acordo com a Tabela 1, esta amostra diferenciou-se ($p \leq 0,05$) da amostra de queijo com PS-60 e coalho bovino apenas em relação ao teor de lipídio, apresentando valor intermediário de gordura em sua composição. O aquecimento aplicado para a fabricação desse queijo ocasionou uma modificação na conformação das moléculas de proteína (desnaturação), dificultando a ocorrência de ligações mais sustentáveis da rede proteica e não permitindo a obtenção de queijo com características adequadas de textura.

Em relação à fraturabilidade, os dados indicam que o queijo tradicional necessitou de mais força para romper a superfície, quando comparado com o queijo produzido com PS-60 e coalho bovino. Isto talvez se deva ao fato de que o queijo tradicional apresentou, em sua composição, menor teor de umidade e proteína, quando comparado com o queijo produzido com PS-60 e coalho bovino (Tabela 1) (GONZÁLEZ; GIOIELLI; OLIVEIRA, 1998). Já o queijo com PS-60 e coagulante microbiano não apresentou diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) em relação às demais amostras.

A adesividade não exibiu diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) entre o queijo tradicional e seus análogos. Apenas o queijo produzido com PS-60 e coalho bovino mostrou diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) na elasticidade, em comparação com as demais amostras, o que pode ser explicado pelo menor teor de lipídios que esse queijo apresenta (Tabela 1). Com relação à

coesividade, apenas o queijo tradicional apresentou diferenças estatisticamente ($p \leq 0,05$) em relação às demais amostras, por conter em sua composição menor teor de umidade e proteínas. As três amostras de queijo apresentaram diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) entre si em relação à mastigabilidade, provavelmente devido à diferença na composição química de cada queijo, fatores responsáveis na formação da rede tridimensional.

Os resultados obtidos na avaliação sensorial das três amostras de queijo foram diferentes em relação aos resultados obtidos de modo instrumental. De acordo com os painelistas que realizaram a análise, os queijos não apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) em relação à textura esfarelada e maciez (Tabela 3). O mesmo não ocorreu na análise do perfil de textura, que mostrou diferenças estatisticamente significativas entre as amostras em relação aos parâmetros analisados, com exceção da adesividade.

As diferenças na textura podem ser encontradas entre queijos de um mesmo lote, particularmente em queijos moles. A textura de queijos, embora seja reconhecida como um atributo sensorial que exerce influência sobre a sua aceitação pelos consumidores, não tem sido extensivamente estudada. Isto se deve ao fato dos queijos apresentarem-se como um produto heterogêneo, que difere na composição, condições empregadas na fabricação, armazenamento, características sensoriais e atributos físicos (ADDA; GRIPON; VASSAL, 1982; MacFIE, 1990).

3.3 Análise de cor

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios dos parâmetros de cor das amostras de queijo obtidos pelas medidas instrumentais. Verificou-se que as amostras de queijo tradicional apresentaram-se mais claras que as demais, uma vez que apresentaram valor de L^* superior ($p \geq 0,05$), pois a cor branca do leite resulta da dispersão da luz refletida pelos glóbulos de gordura e pelas partículas coloidais de caseína e de fosfato de cálcio (FENNEMA, 1993).

Assim, os valores significativamente maiores ($p \leq 0,05$) de a^* e b^* na amostra do queijo tradicional indicaram que essa amostra apresentou cor mais amarelo-esverdeada em relação às amostras elaboradas com PS-60 (CARRÃO-PANIZZI, 2000) uma vez que a vitamina A é reconhecida por sua cor amarela e a riboflavina pela cor amarelo-esverdeada (FENNEMA, 1993).

Os resultados obtidos na análise, por meio da descrição visual das três amostras de queijo, seguiram o mesmo comportamento para os valores de L^* , indicando que o queijo tradicional foi a amostra mais clara em comparação com as demais. De acordo com a avaliação dos provadores, porém, houve diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) na cor creme dos queijos produzidos com PS-60, o que não ocorreu com a avaliação da cor de maneira instrumental.

3.4 Teste de aceitação

Todas as notas atribuídas aos dois queijos elaborados com PS-60 foram superiores a seis (“gostei” e “gostei muito”), indicando que os provadores gostaram dos queijos com PS-60, que não apresentaram diferenças entre si quanto à aceitação, ou seja, ambos foram mais aceitos que o queijo tradicional (Tabela 6).

Queijos processados com derivados de soja sempre foram menos aceitos quando comparados àqueles produzidos sem este ingrediente, porém, sabe-se que muitas pesquisas foram desenvolvidas com o objetivo de melhorar o sabor da soja. Atualmente, percebe-se um maior interesse por este alimento, em razão da divulgação que vem sendo feita sobre os benefícios que a soja pode promover no organismo. E isto é, portanto, um indicativo de que novos produtos desenvolvidos com a adição de derivados de soja poderão ser mais aceitos (CARRÃO-PANIZZI, 2000).

Tabela 5. Parâmetros de cor dos queijos.

Parâmetros	L^*	a^*	b^*
Amostras			
Queijo tradicional com coagulante microbiano	99,97 ^a	-5,39 ^a	5,93 ^a
Queijo adicionado com PS-60 com coalho bovino	99,59 ^b	-5,37 ^b	5,91 ^b
Queijo adicionado com PS-60 com coagulante microbiano	99,59 ^b	-5,37 ^b	5,91 ^b

Médias obtidas de duas determinações; ^{a,b}médias acompanhadas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O desvio padrão em todos os casos foi nulo; L^* = Luminosidade, L^* = 0 (preto), L^* = 100 (branco); a^* = dimensão vermelho (+) - verde (-); b^* dimensão amarelo (+) - azul (-).

Tabela 6. Resultado do teste de aceitação.

Amostras	Aceitação média*	Aceitação (%)
Queijo minas frescal tradicional	5,76 ^b	82,29
Queijo minas frescal com adição de PS-60 e coalho bovino	6,17 ^a	88,14
Queijo minas frescal com adição de PS-60 e coagulante microbiano	6,18 ^a	88,29

*Escala 1 = desgostei muito; 7 = gostei muito; ^{a,b}médias acompanhadas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

4 Conclusões

Pela análise do perfil sensorial, pode-se concluir que não houve diferenças estatísticas entre o queijo minas frescal tradicional e os queijos minas elaborados com PS-60 para os atributos sabor soja, gosto salgado, maciez (textura) e esfarelada (textura).

O queijo minas frescal tradicional apresentou diferença quando comparado aos queijos processados com PS-60. Os atributos que apresentaram maiores diferenças foram de umidade (aparência) e de sabor coalhada. O queijo com PS-60 e coalho bovino apresentou maior intensidade na cor creme e gosto amargo e o queijo processado com PS-60 e coagulante microbiano apresentou maior intensidade no aroma soja.

Na avaliação instrumental, o queijo minas frescal tradicional apresentou maiores valores nos parâmetros de dureza, fraturabilidade, coesividade, mastigabilidade e elasticidade. O queijo produzido com PS-60 e coalho bovino caracterizou-se por apresentar maior dureza e o queijo formulado com PS-60 e coagulante microbiano apresentou-se mais elástico.

O queijo tradicional foi caracterizado por apresentar cor branca amarelo-esverdeada mais intensa em relação aos queijos produzidos com PS-60.

Os queijos produzidos com PS-60 tiveram aceitação superior ao queijo minas frescal tradicional.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de se produzir queijo minas frescal elaborado com PS-60, tornando-se uma opção para o mercado de produtos lácteos, além de ser um alimento fonte de proteínas, cálcio e isoflavonas, que consistem em nutrientes indicados para uma dieta saudável, principalmente para a nutrição da mulher.

Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO – ABIQ. **Queijos no Brasil**. c2005. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 08 nov. 2007.
- ADDA, J.; GRIPON, J. C.; VASSAL, L. The chemistry of flavour and texture generation in cheese. **Food Chemistry**, v. 9, p. 115-129, 1982.
- BACHMANN, H. P. Cheese analogues: a review. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 4-7, p. 505-515, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.org.br>>. Acesso em: 26 ago. 2001.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Melhoramento genético da soja para a obtenção de cultivares mais adequados ao consumo humano. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 15, n. 2, p. 330-340, 2000.
- CIABOTTI, S. et al. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 643-648, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 13 nov. 2007.
- FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095p.
- GONZÁLEZ, V.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Influência do tamanho da amostra e da lubrificação na determinação da textura instrumental de queijo tipo Minas frescal. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 34, n.2, p. 109-113, 1998.

- LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. New York: Chapman & Hall, 1997. 532p.
- MacFIE, H. J. H. Assessment of the sensory properties of food. **Nutrition Reviews**, v. 48, n. 2, p. 87-93, 1990.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 387p.
- MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de Avaliação Sensorial**. 2 ed. Curitiba: CEPPA, Universidade Federal do Paraná, 1984. 101p.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods: Marketing and R&D Approaches**. Westport: Food and Nutrition Press Inc., 1983. 605p.
- MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.
- NEVES-SOUZA, R. D. N. **Queijo tipo Minas frescal processado com adição de extrato hidrossolúvel de soja desengordurado em pó: abordagem físico-química, textural, sensorial e microbiológica**. 2003. 169 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.
- O'MAHONY, M. **Sensory evaluation of food**. Statistical methods and procedures. New York: Marcel Dekker, 1986. 487p.
- REYES-VEJA, M. L. et al. Relating sensory textural attributes of corn tortillas to some instrumental measurements. **Journal of Texture Studies**, v. 29, n. 4, p. 361-373, 1998.
- SACHS, L. G. et al. **Conversor em cor média RGB para imagem BMP**. 2001. Disponível em: <<http://www.fflam.br>>. Acesso em: 3 abr. 2003.
- SACHS, L. G. et al. Leitura de imagem pixel a pixel: I. Uso no controle de qualidade de alimentos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Resumos...**, Campinas: UNICAMP, 2001. p. 258.
- SAS INSTITUTE. **The SAS System**. Version 6.12. Cary: SAS Institute, 1994. Software.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1993. 295p.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press, 1985. 338p.
- TUNICK, M. H. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. **Journal Dairy Science**, v. 83, n. 8, p. 1892-1989, 2000.