



**ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM
CAFÉ E SORO DE QUEIJO**

LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA

2009

LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA

ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ E SORO DE QUEIJO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Dr. Carlos José Pimenta

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Ferreira, Larissa de Oliveira.

Elaboração de doce de leite com café e soro de queijo / Larissa de
Oliveira Ferreira. – Lavras : UFLA, 2009.

96 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Produto lácteo. 2. Análise sensorial. 3. Superfície de resposta.
4. Mapa de preferência. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 664.153

LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA

ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ E SORO DE QUEIJO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 21 de setembro de 2009.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dr. Délcio Bueno da Silva UNIFENAS

Dr. Carlos José Pimenta

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

Ao meu pai, pelo exemplo de vida e
pelo amor dedicado a mim e aos meus irmãos,
OFEREÇO

Aos meus pais, José Ilton e Gesmar
Aos meus irmãos, Aline, Laís e Álvaro
e ao Alberto, pelo incentivo.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela contribuição para a minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Carlos José Pimenta, pela oportunidade e confiança.

À professora Ana Carla, pela contribuição na realização do trabalho de análise sensorial.

Ao professor Délcio Bueno da Silva, pela colaboração.

Às laboratoristas Constantina, Sandra, Flávia, Creusa e Cidinha, pelo apoio técnico.

À Patrícia, pela amizade, por toda ajuda e apoio em todos os momentos.

Às amigas Thaís, Gabriela, Talita e Roseane, por toda a ajuda e disponibilidade.

A Camila, pela ajuda nas análises dos resultados.

Aos meus colegas de curso, pela convivência.

A todos que participaram da análise sensorial.

A toda a minha família, pelo apoio e incentivo.

Ao Alberto, pelo companheirismo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Elaboração de doce de leite com café e soro de queijo.....	01
Introdução geral.....	02
Referencial teórico.....	04
2.1 Soro de queijo.....	04
2.1.1 Proteínas do soro	05
2.1.2 Soro como resíduo.....	06
2.2 Doce de leite.....	08
2.2.1 Qualidade do doce de leite.....	10
2.3. Amido.....	11
2.4 Café.....	12
2.4.1 Café solúvel.....	14
3 Referências bibliográficas.....	17
CAPÍTULO 2: Avaliação física, química e físico-química de diferentes formulações de doce de leite com café e soro de queijo	22
1 Resumo.....	23
2 Abstract.....	24
3 Introdução.....	25
4 Material e métodos.....	27
4.1 Processamento dos doces.....	27
4.2 Delineamento Experimental.....	29
4.3 Composição dos doces.....	32
4.4 Rendimento dos doces.....	32
4.5 Análises físico-químicas.....	33
4.6 Análise de cor.....	33

4.7 Avaliação de perfil de textura (TPA) instrumental.....	34
5 Resultados e discussões.....	35
5.1 Composição dos doces.....	35
5.2 Rendimento dos doces.....	46
5.3 Análises físico-químicas.....	48
5.4 Análise de cor.....	51
5.5 Análise de textura.....	57
6 Conclusões.....	60
7 Referências bibliográficas.....	61
CAPÍTULO 3: Avaliação sensorial de doce de leite com café e soro de queijo utilizando diferentes metodologias para análise dos dados afetivos.....	63
1 Resumo.....	64
2 Abstract.....	65
3 Introdução.....	66
4 Material e métodos.....	68
4.1 Processamento dos doces.....	68
4.2 Delineamento experimental.....	70
4.3 Avaliação sensorial.....	71
4.4 Análises dos resultados.....	73
4.4.1 Análise por de Superfície de Resposta.....	73
4.4.2 Análise por ANOVA e Teste de Médias	74
4.4.3 Análise por meio de Histograma de Frequência.....	74
4.4.4 Análise por meio de Mapa de Preferência.....	74
5 Resultados e discussões.....	77
5.1 Superfície de Resposta.....	77
5.2 ANOVA e Teste de Médias.....	79
5.3 Histograma de Frequência.....	80

5.4 Mapa de preferência.....	85
6 Conclusões.....	90
7 Referências bibliográficas.....	91
ANEXOS.....	94

RESUMO

FERREIRA, Larissa Oliveira. **Elaboração de Doce de Leite com café e soro de queijo**. 2009. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O soro de queijo é um subproduto da fabricação de queijos, rico em proteínas de elevado valor biológico, lactose e sais minerais. Quando concentrado, implica na obtenção de vários ingredientes proteicos de alta funcionalidade e valor nutricional, podendo, então, ser utilizado em várias formulações alimentícias, como no caso de produtos lácteos. A concentração de uma mistura de leite, soro de queijo e açúcar possibilita a obtenção de um doce de leite semelhante ao doce de leite tradicional, apresentando-se como uma alternativa para o aproveitamento do soro em fábricas de laticínios e, além disso, novos produtos à base de café têm sido lançados, devido à grande aceitação e popularização da bebida que conquista cada vez mais novos mercados. Com base nisso, este trabalho foi realizado com os objetivos de elaborar um doce de leite com café e soro de queijo, avaliar o efeito da utilização de soro de queijo e café sobre as características físicas, químicas, fisico-químicas e sensoriais do doce e estabelecer a concentração máxima de soro para ser utilizada no processo de fabricação do doce. Os resultados indicaram que a substituição de leite por soro de queijo e a adição de café não apresentou efeito significativo nas variáveis químicas (cinza e açúcar total), nas variáveis fisico-químicas (pH, acidez, sólidos solúveis) e nas variáveis de textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade). O aumento da concentração de soro de queijo aumentou o teor de umidade e o rendimento dos doces e diminuiu o teor de proteína e de gordura, a luminosidade (L) e a intensidade da cor amarela (b*) dos doces. O aumento da adição de café diminuiu a umidade, a luminosidade (L) e a intensidade da cor amarela (b*). A análise da superfície de resposta para a composição dos doces mostrou que o teor máximo de substituição de leite por soro para se fabricar doce de leite com café e soro é de 37%. Pelo teste de médias e mapa de preferência, observou-se que os doces preferidos pelos consumidores foram as formulações 1 (10% de soro e 1% de café), 2 (30% de soro e 1% de café) e 9 (20% de soro e 1,25% de café).

*Comitê Orientador: Carlos José Pimenta – UFLA (Orientador), Ana Carla Marques Pinheiro – UFLA e Délcio Bueno da Silva - UNIFENAS

ABSTRACT

FERREIRA, Larissa Oliveira. **Preparation of Dulce de Leche with coffee and cheese whey**. 2009. 96 p. Dissertation (Master Degree in Food Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The whey is a byproduct of cheese-making, rich in proteins of high biological value, lactose and minerals, when concentrated implies in obtaining various ingredients with high functionality and nutritional value, can then be used in various formulations food, such as dairy products. Knowing that the concentration of a mixture of milk, cheese whey and sugar makes it possible to obtain a dulce de leche similar to dulce de leche traditional, presenting itself as an alternative to the use of whey in dairies, and that, in the above, new products based on coffee has been launched because of the wide acceptance and popularization of the drink to gain more and more new markets, this study aimed to develop a dulce de leche with coffee and cheese whey, to evaluate the effect of use of whey cheese and coffee on the physical, chemical, physical-chemical and sensory properties of candy and establish the maximum concentration of whey to be used in the manufacturing process of the candy. The results indicated that the substitution of milk for cheese whey and the addition of coffee had no significant effect on the chemical variables (ash and total sugar) in the physical and chemical variables (pH, acidity, soluble solids) and the variables of texture (hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and gumminess). The increased concentration of whey increased the moisture content and yield of sweet and decreased protein and fat, the lightness (L) and the intensity of yellow (b *) of candy. The increasing amount of coffee decreased humidity, lightness (L) and the intensity of yellow (b *). The analysis of the response surface for the composition of the candy showed that the maximum substitution of milk for whey in order to produce dulce de leche with coffee and whey is 37%. For the mean test and preference mapping showed that the candies were preferred by consumers formulations 1 (10% whey and 1% of coffee), 2 (30% whey and 1% of coffee) and 9 (20 % whey and 1.25% of coffee).

*Guindance Committee: Carlos José Pimenta – UFLA (Major Professor), Ana Carla Marques Pinheiro – UFLA and Délcio Bueno da Silva - UNIFENAS

CAPÍTULO 1

ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ E SORO DE QUEIJO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O doce de leite, também encontrado em referências internacionais como *dulce de leche*, é um importante alimento produzido e comercializado, principalmente, no Brasil e na Argentina (Pavlovic et al. , 1992). É um produto obtido pelo cozimento de leite adicionado de sacarose, que adquire coloração, consistência e sabor característicos, em função de reações de escurecimento não enzimático (Ferreira et al., 1989).

No leite, as proteínas estão agrupadas em duas classes: caseína (2,7%) e proteínas do soro (0,8%). Cada classe apresenta uma propriedade funcional diferenciada, proporcionando variação no produto final (Blenford, 1992). As proteínas do soro de queijo apresentam numerosas propriedades funcionais, como emulsificação, aeração e formação de gel, portanto, esse subproduto apresenta potencial considerável de utilizações (Kinsella, 1984). Assim, o soro de queijo também pode ser utilizado para conferir características funcionais excelentes à produção de doce de leite. Países como Estados Unidos, Austrália, Canadá e Nova Zelândia e nações da União Europeia processam esse subproduto, reconhecendo-o como ingrediente funcional agregando valor à linha de produção da indústria láctea. No Brasil, os dados sobre a disponibilidade do soro de leite são altamente imprecisos (Antunes, 2003).

Apesar das várias possibilidades de utilização do soro de queijo, somente uma parte do soro gerado é utilizado e o restante é descartado como efluente, devido ao alto custo e à dificuldade de processá-lo. A concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce de leite semelhante ao doce de leite tradicional (Perrone et al., 2006) e, além disso, novos produtos à base de café tem sido lançados, devido à grande aceitação e popularização da bebida que conquistam cada vez mais novos mercados. Com base nisso, este trabalho foi realizado com os principais objetivos de elaborar um

doce de leite com adição de café e com substituição parcial de leite por soro de queijo e avaliar a influência dessas adições no rendimento e na qualidade química, física, físico-química e sensorial dos doces.

Os objetivos específicos foram:

- avaliar o efeito da substituição de leite por soro e o efeito da adição de café solúvel sobre as características físicas, químicas e físico-químicas;

- encontrar a concentração máxima de soro para ser utilizada na fabricação do doce leite com café e soro;

- avaliar a aceitação sensorial do doce de café com leite e soro por meio de teste de aceitação utilizando diferentes metodologias, como superfície de resposta (RSM), ANOVA, teste de médias, histogramas de frequência e mapa de preferência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soro de queijo

O soro de queijo é um subproduto líquido resultante do processo de fabricação de queijos, representa cerca de 85% a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijo e retém cerca de 55% dos nutrientes do leite. Dentre esses nutrientes, incluem-se a lactose, as proteínas solúveis, os lipídeos, os sais minerais e as vitaminas (Kosikowski, 1979).

O sabor do soro, ligeiramente ácido ou ligeiramente doce, e a sua constituição dependem do tipo de coagulação do leite e do processo de fabricação do queijo. O soro doce vem da coagulação enzimática do leite, pela adição de renina e tem pH entre 6,3 e 6,6 (Giraldo – Zuñica et al., 2004). É obtido de queijos tipo cheddar, minas frescal, minas padrão, muzzarela, prato e suíço ou queijos de coagulação rápida, em que se encontra boa parte da lactose do leite (Abreu, 1999). Já o soro ácido, com pH entre 4,3 e 4,6, provém da coagulação ácida do leite para a fabricação da caseína ou de queijos, como o camembert ou petit suisse (Giraldo–Zuñica et al., 2004).

A composição média do soro de queijo é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Composição média do soro de queijo.

	Soro (%)
Umidade	93,39±0,44
Extrato seco total	6,61±0,44
Gorduras	0,43±0,19
Proteínas	0,78±0,25
Lactose	4,90±0,11
Cinzas	1,59±0,02
Cálcio	0,12
Sódio	0,13
Potássio	0,14
Fósforo	0,10
Nitrato	45 ppm
Ferro	1 ppm

Fonte: Franco (1986)

Dos componentes presentes no soro, a lactose e as proteínas solúveis são os mais importantes. As proteínas têm alto valor nutricional, pois contêm todos os aminoácidos essenciais e a lactose, por ser fonte de material energético para diversos processos biotecnológicos e como componente utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia (Giroto & Pawlowsky, 2001).

2.1.1 Proteínas do soro

As proteínas do soro são proteínas globulares desnaturáveis pelo calor, incluindo, ainda, os produtos da proteólise das caseínas que não sofrem desnaturação térmica e que, ao pH do leite, encontram-se, em parte, nas micelas de caseína. As duas principais proteínas do soro, α -lactoalbumina e β -lactoglobulina, perfazem 70%-80% das proteínas totais do soro (Walstra & Jenness, 1987). Além dessas, são encontradas soralbumina, imunoglobulinas, proteose-peptonas, lactoferrina, transferrina e enzimas (Sgarbieri, 1996).

As proteínas do leite, caseína e proteínas do soro, contêm, em quantidades variadas, todos os aminoácidos necessários ao seres humanos e possuem um excedente de aminoácidos essenciais que as torna valiosas na suplementação de proteínas vegetais (Capot, 1989).

Segundo Delaney (1976), citado por Viotto (1993), a caseína, devido ao seu excelente valor nutricional, é utilizada, rotineiramente, como uma proteína de referência para avaliar a qualidade proteica em alimentos. As proteínas do soro têm um quociente de eficiência proteica (PER) de 3,4, superando o da caseína, que é de 2,9, em razão do seu maior teor em aminoácidos sulfurados.

As proteínas do soro proporcionam numerosas vantagens funcionais ao serem usadas em alimentos. Entre elas, podem-se citar: são muito nutritivas; criam viscosidades devido à sua capacidade de reter água e formar géis; emulsificam, retêm e incorporam gordura; realçam a cor, o sabor e a textura, além de vários benefícios nutricionais (United States Dairy Export Council - USDEC, 1997).

2.1.2 Soro como resíduo

Apesar de o soro possuir alto valor nutricional, ele se torna um problema, nas indústrias de laticínios. Por ser um resíduo com alta concentração de matéria orgânica, está sujeito à rápida alteração pelos microrganismos, possuindo, conseqüentemente, alta demanda biológica de oxigênio (DBO), transformando-se, portanto, em um agente altamente poluente. Um litro de soro tem uma DBO entre 30.000 e 60.000 mg de O₂, sendo esses valores 100 vezes mais elevados que o esgoto doméstico (Abreu, 1999).

O descarte do soro diretamente em rios ou esgotos públicos, atualmente, não é permitido, mas, em média, cada tonelada de soro não tratado despejado por dia no sistema de tratamento de esgoto equivale à poluição diária de cerca de 470 pessoas (Andrade & Martins, 2002).

A produção mundial de soro de queijo é de, aproximadamente, 120 milhões de toneladas anuais, O que gera em torno de 720.000 toneladas de proteínas. No Brasil, a produção é de, aproximadamente, 3 milhões de toneladas de soro e de 240.000 quilos de proteínas, o que tem justificado o interesse crescente na utilização comercial deste produto (Giraldo-Zuñiga et al., 2004).

A identificação de alternativas para um adequado aproveitamento do soro de leite é de fundamental importância em função de sua qualidade nutricional, do seu volume e de seu poder poluente. Dentre as alternativas, podem ser citadas: o uso do soro *in natura* para alimentação animal, para a fabricação de ricota e a fabricação de bebida láctea; a concentração e a produção de soro em pó; a separação das proteínas e lactose com posterior secagem, as quais constituem formas de valorização desse derivado lácteo. Ao mesmo tempo, contribui para a melhoria do meio ambiente, proporcionando ganhos às indústrias. Porém, cada alternativa, para ser aplicada, envolve análise técnica e econômica para sua viabilização (Giroto & Pawlowsky, 2001).

Na Comunidade Econômica Europeia, aproximadamente 45% do soro gerado tem sido utilizado na forma líquida, 30% na forma de soro de leite em pó, 15% como lactose e derivados desta e 10% na produção de proteína concentrada. Os Estados Unidos da América é o maior país produtor mundial de soro em pó e derivados (González Siso, 1996).

Segundo Cândido e Campos (1996), citados por Bellarde (2005), os produtos de soro são indicados para todos os produtos lácteos, por possuírem propriedades funcionais, como a capacidade de formar gel, a viscosidade, o poder emulsificante e a capacidade de retenção de água, que conferem uma série de benefícios estruturais e nutricionais ao produto final.

Segundo Perrone et al. (2006), a concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce de leite semelhante ao doce de leite tradicional, apresentando-se como uma alternativa para o

aproveitamento do soro em fábricas de laticínios. Porém, como o soro de leite é rico em lactose, o processo de concentração acarreta textura arenosa no produto final, após alguns dias de fabricação.

No Brasil, as indústrias de doce de leite têm utilizado o soro de queijo na fabricação do doce de leite. A prática mais comum é substituir parcialmente o leite por soro. Apesar da adição de soro não ser proibida, já que a legislação brasileira o classifica como ingrediente lácteo, seu uso deve ser declarado, para não caracterizar fraude econômica. A maioria das indústrias não declara a inclusão do soro na lista de ingredientes usados. O interesse da adição ou substituição por soro é econômica e, apesar do uso indiscriminado, pouco ou nada se sabe a respeito do efeito sobre o rendimento, a qualidade e a vida útil do doce de leite (Machado, 2005).

2.2 Doce de leite

O doce de leite, também encontrado, em referências internacionais, como *dulce de leche*, é um importante alimento produzido e comercializado principalmente na Argentina e no Brasil (Pavlovic et al., 1992). É amplamente empregado como ingrediente para a elaboração de alimentos, como confeitos, bolos, biscoitos, sorvetes e também consumido diretamente na alimentação, como sobremesa ou acompanhado de pão, torradas ou de queijo (Demiate et al., 2001).

O potencial de exportação desse produto é muito grande, pois os Estados Unidos e a Europa não o produzem. Os inconvenientes à exportação são a resistência dos mercados externos a sobremesas lácteas muito doces, a falta de padronização da tecnologia e a falta de variedade dessa sobremesa (Perrone, 2007).

De acordo com a Portaria 354, de 04/09/97:

entende-se por Doce de Leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem lácteas e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos) (Brasil, 1997).

A tecnologia de fabricação do doce de leite consiste na evaporação da água por aplicação indireta de calor em equipamentos denominados de evaporadores ou, mais comumente, de tacho (Perrone, 2007).

O doce de leite, por ser, basicamente, leite concentrado adicionado de açúcar, tem valor nutritivo considerável e, aliado ao fato de apresentar estabilidade microbiológica e ser agradável ao paladar, é um produto que pode contribuir com importante parcela das proteínas, calorias, vitaminas e minerais na dieta alimentar, como se observa nos dados da Tabela 2 (Martins & Lopes, 1981).

TABELA 2 Constituintes principais do leite e doce de leite, em 100g de amostra.

Constituintes	Leite de vaca, integral e cru	Doce de leite
Calorias	65	322
Umidade (g)	87,6	26,6
Proteínas (g)	3,3	8,3
Matéria graxa (g)	3,4	8,3
Lactose (g)	4,7	10,2
Outros açúcares (g)	0,0	45,3
Cinzas (g)	0,7	1,4
Cálcio (mg)	120	280
Fósforo (mg)	95	220
Ferro (mg)	0,05	0,20

Fonte: Martins & Lopes (1981).

A lactose é o principal carboidrato do leite. É um dissacarídeo composto por galactose e glicose, unidas por meio de uma ligação glicosídica β 1-4, podendo apresentar-se como α e β anômeros, que diferem por suas propriedades físicas, principalmente pelo poder de rotação e características de solubilidade e cristalização. Sua presença contribui para o valor nutricional do leite e produtos lácteos, porém, pode afetar a textura de certos derivados concentrados ou congelados e está envolvida nas mudanças induzidas pelo calor, na cor e no sabor de produtos alimentícios (Fox & McSweeney, 1998).

2.2.1 Qualidade do doce de leite

Entre os problemas das indústrias que trabalham com este produto, está a dificuldade de manter estável o próprio padrão quanto à estabilidade microbiológica, tecnológica e física (Santos, 1976).

A alta concentração de solutos no doce de leite resulta em atividade de água (A_w) normalmente abaixo de 0,85%, constituindo o principal fator de conservação do produto. Com teor de umidade relativamente baixo (30%) e teor de açúcar relativamente alto (60%), o doce de leite tem grande estabilidade microbiológica. Entretanto, fungos e leveduras podem ocorrer quando o produto for estocado à temperatura ambiente por longos períodos de tempo (Ferramondo et al., 1984).

A estabilidade tecnológica depende, fundamentalmente, de boas práticas tecnológicas orientadas por um rigoroso controle da qualidade e dos processos (Santos, 1976), para que se possam evitar variações sensíveis nas formulações entre os diferentes lotes. As variações nas formulações devem atender às oscilações normais de composição da matéria-prima, visando uniformizar a qualidade dos diferentes lotes (Martins & Lopes, 1981). O doce de leite não apresenta uniformidade, apesar de ser produzido em grande volume e amplamente empregado como um ingrediente alimentício (Demiate et al., 1999).

Segundo a legislação, o doce de leite pastoso deve apresentar consistência cremosa ou pastosa e homogênea, textura fechada, sem grumos, flocos ou bolhas, cor castanho-caramelada brilhante, proveniente da reação de Maillard, aroma próprio e sabor característico, não enjoativo nem demasiadamente doce, deve dissolver bem na boca, sem cristais perceptíveis sensorialmente (Brasil, 1997). A maioria das empresas produtoras de doce de leite utiliza formulações e processos produtivos personalizados, o que acarreta diferenças consideráveis na composição de produtos de diferentes marcas, resultando na ausência de padrão para o produto. No Brasil, percebe-se grande variação de cor entre as diferentes marcas. Como a cor é o principal atributo na escolha dos alimentos pelos consumidores, torna-se importante a verificação da sua variação em doces de leite comerciais (Richards et al., 2007).

A estabilidade física refere-se à manutenção da textura fina, sem aparecimento de “arenosidade” dada por grandes cristais de lactose que se formam lentamente durante o armazenamento, sendo essa a grande dificuldade para a conservação do produto (Santos, 1976; Margas et al., 1982).

2.3 Amido

Na indústria de alimentos, os amidos são utilizados para melhorar a fabricação, a apresentação ou a conservação. Segundo Bobbio & Bobbio (2003), o amido é um homopolissacarídeo neutro, formado por duas frações: amilose e amilopectina. A amilose é o componente que contribui para as características de geleificação. A amilopectina é uma porção não geleificante do amido e, geralmente, contribui para uma consistência gomosa ou pegajosa, devido à sua solubilidade (Luallen, 1981).

A utilização de amido se explica por suas propriedades que possibilitam a formação de pasta viscosa e a retenção de água, facilitando a obtenção de textura e de sensação na boca semelhante à da gordura. Entre os novos mercados

que atualmente se abrem para o amido, seu emprego como substituto de gordura tem grande potencial. Em 1995, existiam mais de 40 produtos baseados em amido que haviam sido recomendados para uso como substitutos de gordura (Alexander, 1995). A vantagem do amido está no seu baixo custo, na facilidade de uso e na aceitação pelo consumidor.

No iogurte e nas sobremesas lácteas, o amido age como estabilizante, espessante e texturizante, formando uma textura cremosa, melhorando a palatabilidade, reforçando o sabor natural do produto, sem tornar perceptível o gosto do cereal (Pinheiro & Penna, 2004).

O amido pode ser empregado na fabricação de doce de leite, pois, ao absorver água do meio, tende a aumentar a viscosidade do mesmo. Além de aumentar a viscosidade do produto, o amido auxilia no aumento do rendimento e oferece uma textura mais consistente, quando utilizado em proporções legais (Perrone, 2007). A Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997, permite a adição de amidos ou amidos modificados em proporção não superior a 0,5g/100mL de leite (Brasil, 1997).

2.4 Café

O café é um tipo de bebida que vem sendo utilizado em praticamente todos os países há muito tempo. A grande aceitação dessa bebida deve-se, principalmente, ao aroma intenso e ao sabor peculiar, características alcançadas por meio da torração (Pádua, 2002).

O cafeeiro pertence à família botânica *Rubiaceae*, que contém cerca de 500 gêneros e mais de 6000 espécies, das quais as duas mais importantes, economicamente, são a *Coffea arabica* (café arábica), responsável por mais de 70% da produção mundial e a *Coffea canephora* (café robusta) (Abrahão, 2007). A espécie arábica produz cafés de melhor qualidade, mais finos e requintados, e tem aroma intenso e os mais diversos sabores, com inúmeras variações de corpo

e acidez. Os cafés de melhor qualidade utilizam somente combinações de arábica. A espécie robusta não tem sabores variados nem refinados, como o arábica; sua acidez é mais baixa, mas, por apresentar mais sólidos solúveis, é de grande utilização nas indústrias de café solúvel (Ormond et al., 1999).

Diferentes constituintes do café têm sido sugeridos como potencialmente quimioprotetores em diferentes sistemas químicos e biológicos. Os ácidos clorogênicos constituem os principais e mais abundantes compostos fenólicos com propriedades antioxidantes no café (Monteiro & Trugo, 2005).

A trigonelina, composto encontrado no grão de café verde, é precursora da niacina no processo de torração. A trigonelina e os ácidos clorogênicos sofrem intensa degradação térmica durante o processamento do grão, gerando uma série de compostos voláteis, importantes para o “flavour” da bebida, como, por exemplo, derivados de piridina e do pirrol, oriundos da trigonelina e compostos fenólicos, provenientes dos ácidos clorogênicos (Nogueira & Trugo, 2003).

A cafeína é o mais conhecido constituinte do café, devido às suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. É um alcaloide farmacologicamente ativo, pertencente ao grupo das xantinas, altamente resistente ao calor, inodoro e com sabor amargo bastante característico, o que contribui de forma importante para o sabor e aroma do café (Monteiro & Trugo, 2005). O consumo de baixas a moderadas doses pode resultar em efeito estimulante do sistema nervoso central, com possível diminuição do sono e aumento na capacidade de concentração. No entanto, em altas doses e em indivíduos com sensibilidade aumentada, a cafeína pode causar efeitos negativos, como ansiedade, inquietação, insônia e taquicardia (Nehlig, 1999). Além de exercer efeito sobre o sistema nervoso central, a cafeína é outro constituinte do café com atividade antioxidante e mostra efetiva inibição da peroxidação lipídica *in vitro* induzida por espécies reativas de oxigênio em microsomas de fígado de rato, sendo seu potencial

antioxidante semelhante ao da glutatona e superior ao do ácido ascórbico (Devasagayam et al., 1996).

2.4.1 Café solúvel

O café solúvel é obtido por meio da extração de sólidos solúveis e de voláteis, pelos processos de torrefação e moagem com água dos grãos de café seco. O processo de torrefação é responsável pelo desenvolvimento do aroma e do sabor característicos do café. A moagem é necessária para que os sólidos solúveis e as substâncias voláteis responsáveis pelo sabor e aroma sejam adequadamente extraídos. Um extrato com concentração de sólidos solúveis de 25% (p/p) é obtido e posteriormente concentrado utilizando evaporação ou congelamento e, então, secos por *spray drying* ou *freeze drying*, respectivamente. Em seguida, opcionalmente, é feita a aglomeração do produto (diâmetro médio aproximado de 1400µm). O aglomerado é seco posteriormente em leite fluidizado até o conteúdo desejado de umidade. O café solúvel produzido pelo processo *freeze drying* tem maior vida útil, comparativamente ao do processo *spray drying*, provavelmente porque a umidade inicial de café solúvel produzido pelo processo *freeze drying* é em torno de 2%, enquanto a do processo *spray drying* é de 4,5% (Alves & Bordin, 1998).

A composição do café solúvel dependerá, além das condições do processamento, das espécies e das variedades utilizadas nos *blends*. Por exemplo, o café robusta apresenta maiores teores de cafeína e ácidos clorogênicos e menores de trigonelina do que o café arábica. A participação de cada uma dessas espécies utilizadas pelo fabricante e as condições do processo serão, portanto, determinantes da composição final do café solúvel obtido (Nogueira & Trugo, 2003). A composição do café solúvel é mostrada na Tabela 3.

TABELA 3 Composição média do café solúvel.

Compostos	Café solúvel (%)
Carboidratos	50
Óleo	0,2
Proteína	4
Cinza (óxido)	14
Ácido clorogênico	13
Cafeína: arábica	3,5
Robusta	7

Fonte: Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas (1968).

Segundo Ormond et al. (1999), a conquista de novos espaços e novos produtos à base de café deve-se muito à popularização do cappuccino, que vem crescendo, em média 20% nos últimos anos, e do surgimento do café expresso. Outros produtos à base de café têm sido lançados no mercado, como:

- *drip coffee* (kit completo e descartável, composto de copo, coador, café torrado e moído em sachê, açúcar e colher, bastando acrescentar água fervendo);
- café creme;
- café em sachê;
- café com leite pronto;
- balas de café;
- café em lata;
- cosméticos.

Reis et al. (2002) estudaram a aceitabilidade de iogurte com a adição de café solúvel e cappuccino. Segundo estes autores, é possível aproveitar o café solúvel e o cappuccino no desenvolvimento de produtos lácteos como o iogurte,

obtendo-se um produto com boa aceitabilidade popular. Além disso, a utilização do café solúvel é uma alternativa alimentar, podendo contribuir para o aumento do consumo tanto de café quanto de leite.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, S. A. **Qualidade da bebida e a atividade antioxidante do café *in vivo* e *in vitro***. 2007. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ABREU, L. R. de. **Tecnologia de leite e derivados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 205 p.

ALEXANDER, R. J. Fat replacers based on starch. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v. 40, n. 5, p. 366-368, May 1995.

ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R. Estimativa da vida útil de café solúvel por modelo matemático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 19-24, jan./abr. 1998.

ANDRADE, R. L. P. de; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 249-253, set./dez. 2002.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. São Paulo: Manole, 2003. 150 p.

BELLARD, F. B. Elaboração de doce de leite pastoso com substituição parcial dos sólidos de leite por concentrado protéico de soro. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 17/18, p. 249-255, 2005.

BLENFORD, D. Developing dairy derivatives. **Food Ingredients Processing International**, Watford, n. 3, p. 10-13, 1992.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003, 143 p.

BOLETIM DO CENTRO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Composição centesimal do café**, Campinas, n. 14, jun. 1968.

Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/mpoutro/cafe/compbase.htm>>. Acesso em: 01 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria nº 354**, de 4 de setembro de 1997. Estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverá cumprir o doce de leite destinado ao consumo humano. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2008.

CAPOT, F. L. Proteínas alimentares. In: CHEFTEL, J.; CUQ, J.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias: bioquímica, propriedades funcionales, valor nutritivo, modificaciones químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989. cap. 6, 346 p.

DEMIATE, I. M.; BARANA, A. C.; CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G. Organic acid profile of comercial casava sour starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 131-135, jan./abr. 1999.

DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso – composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p.108-114, jan./abr., 2001.

DEVASAGAYAM, T. P. A.; KAMAT, J. P.; MOHAN, H.; KESAVAN, P. C. Caffeine as an antioxidant: Inhibition of lipid peroxidation in induced by reactive oxygen species. **Biochimica Biophysica et Acta**, Amsterdam, v. 1282, n. 1, p. 63-70, July 1996.

FARRAMONDO, A.; CHIRIFE, J.; PARADA, J. L.; VIGO, S. Chemical microbiological studies on “Dulce de leche” a typical Argentine confectionery product. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 3, p. 821-923, May 1984.

FERREIRA, V. L. P.; HOUGH, G.; YOTSUYANOI, K. Cor de doce de leite pastoso. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 134-145, jul./dez. 1989.

FOX, P. F.; MC SWEENEY, P. L. H. Lactose. In: _____. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. Chap. 2, p. 21-66.

FRANCO, G. V. E. **Tabela de composição química dos alimentos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1986. 145 p.

GIRALDO-ZUÑIGA, A. D.; COIMBRA, J. S. R.; GOMES, J. C.; MINIM, L. A.; ROJAS, E. E. G.; GADE, A. D. Tecnologias aplicadas ao processamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 340/341, p. 53-66, set./dez. 2004.

GIROTO, G. M.; PAWLOWSKY, U. O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. **Brasil Alimentos**, São Paulo, n. 10, set./out. 2001.

GONZÁLEZ SISO, M. I. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, Essex, v. 57, n. 1, p. 1-11, July 1996.

KINSELLA, J. E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 21, n. 3, p. 197-262, 1984.

KOSIKOWSKI, F. V. Whey utilization and whey products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 7, p. 1149-1160, July 1979.

LUALLEN, T. E. Starch as a functional ingredient. **Food Technology**, Chicago, v. 39, n. 1, p. 59-63, 1981.

MACHADO, L. M. P. **Uso do soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 170 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARGAS, M. M.; COELHO, D. T.; CHAVES, J. B. P.; MARTYN, M. E. L. Influência da gordura, da glicose e do amido na cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 37, n. 221, p. 25-29, maio/jun. 1982.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. **Doce de leite**: aspectos da tecnologia de fabricação. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 1-37. (Instruções técnicas, 18).

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras de café torrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 637-641, jul./ago. 2005.

NEHLIG, A. Are we dependent upon coffee and caffeine? A review on human and animal data. **Neuroscience Biobehavioral Reviews**, Oxford, v. 23, n. 4, p. 563-576, Mar. 1999.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 296-299, maio/ago. 2003.

ORMOND, J. G.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P. Café: (Re) conquista dos mercados. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-56, set. 1999.

PÁDUA, F. R. M. de. **Composição química e qualidade de diferentes tipos de café torrado e moído durante o armazenamento**. 2002. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PAVLOVIC, S.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E.; GLORIA, M. B. A. Effect of processing on the nutritive vale doce de leite, atypical Latin-American confectionary product. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 35, n. 4, p. 691-698, 1992.

PERRONE, I. T.; FERRUA, F. Q.; ABREU, L. R. Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 01-04, jul./ago. 2006.

PERRONE, I. T. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 354, p. 43-49, jan./fev. 2007.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

REIS, K. C. dos; NERY, F. C.; PEREIRA, R. G. A. F.; PEREIRA, J. Teste de aceitabilidade de iogurte com adição de café solúvel e cappuccino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Fundação PROCAFÉ, 2002. p. 257-259.

RICHARDS, N. S. P. S.; SILVA, S. V. BECKER, L. Parâmetros de qualidade de doces de leite comerciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 24., 2007, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG, 2007. p. 477-480.

SANTOS, D. M. Arenosidade no doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 31, n. 185, p. 3-9, maio/jun. 1976.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades - degradações - modificações.** São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL. **Manual de referência para produtos de soro dos EUA.** Arlington, 1997. 135 p.

VIOTTO, W. H. **Ultrafiltração de soro doce de queijo Minas Frescal efeito de pré-tratamentos do soro no desempenho da membrana e na composição e solubilidade do concentrado protéico de soro.** 1993. 212 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica.** Zaragoza: Acribia, 1987. 423 p.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ E SORO DE QUEIJO

1 RESUMO

Muitas vezes, a formulação de um produto é feita por tentativa e erro, porém, o conhecimento das características químicas e funcionais de cada ingrediente pode encurtar o tempo de desenvolvimento. Este trabalho foi realizado no Laboratório de Laticínios, Laboratório de Engenharia e Laboratório Central, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O objetivo foi verificar o efeito da substituição de leite por soro de queijo e o da adição de café sobre o rendimento, as características físicas, químicas e físico-químicas de diferentes formulações de doce de leite com café e soro e encontrar a concentração máxima de soro para ser utilizada na fabricação do doce. Foi utilizado um fatorial completo 2^2 , com dois níveis (± 1) com a adição de três pontos centrais (0) e dois níveis de pontos axiais ($\pm 1,41$). Modelos de regressão foram ajustados para descrever as respostas, em função dos fatores significativos. Nenhuma das variáveis independentes (concentração de soro de queijo ou concentração de café) apresentou efeito significativo para as variáveis dependentes: cinza, açúcar total, pH, acidez, sólidos solúveis, dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade. O aumento da concentração de soro de queijo afetou positivamente a umidade e o rendimento e negativamente a proteína, gordura, L^* e b^* . O aumento da adição de café afetou negativamente a umidade, L^* e o b^* . A análise da superfície de resposta para a composição dos doces mostrou que o teor máximo de substituição de leite por soro para se fabricar doce de leite com café e soro é de 37%.

Palavras-chave: soro de queijo, café, doce de leite.

ABSTRACT

Often the formulation of a product is made by trial and error, however, knowledge of chemical and functional characteristics of each ingredient can shorten the development time. This work was conducted at the Laboratory of Dairy, Engineering Laboratory and Central Laboratory, Department of Food Science, Federal University of Lavras. The aim of this study was to evaluate the effect of substitution of milk for cheese whey and the addition effect of coffee on income, physical, chemical and physical-chemical properties of different formulations of dulce de leche with coffee and whey and find the maximum concentration whey to be used in the manufacture of candy. We used a full factorial 2^2 with two levels (± 1) with the addition of three central points (0) and two levels of axial points (± 1.41). Regression models were fitted to describe the response in terms of significant factors. None of the independent variables (concentration of cheese whey or concentration of coffee) had significant effect on the dependent variables: ash, total sugar, pH, acidity, soluble solids, hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and gumminess. The increased concentration of cheese whey has positively affected the moisture and income and negatively to protein, fat, L^* and b^* . The increasing amount of coffee has negatively affected the moisture, L^* and b^* . The analysis of the response surface for the composition of the candy showed that the maximum substitution of milk for whey in order to produce dulce de leche with coffee and whey is 37%.

Keywords: cheese whey, coffee, dulce de leche.

3 INTRODUÇÃO

O doce de leite é um importante alimento produzido e comercializado principalmente na Argentina e no Brasil (Martins & Lopes, 1981). É definido como o produto obtido a partir do cozimento de leite adicionado de sacarose, sendo permitido o uso de vários outros ingredientes (Brasil, 1997). Ainda conforme a legislação, o doce de leite pastoso deve conter teores máximos de umidade de 30% (p/p) e de cinzas de 2% (p/p). O teor mínimo de proteínas deve ser de 5% (p/p) e o conteúdo de gordura deve estar entre 6,0 e 9,0 (p/p). A sacarose empregada na obtenção do produto e a quantidade máxima admitida foram de 30kg/100L de leite. Amidos nativos ou modificados são admitidos em proporção não superior a 0,5g/100mL de leite, assim como mono ou dissacarídeos que substituam a sacarose em, no máximo, 40% (p/p). Creme, sólidos de origem láctea e produtos alimentícios (cacau, coco, chocolate, etc.) também são tolerados como ingredientes opcionais. O bicarbonato de sódio pode ser empregado como coadjuvante, na quantidade necessária para as boas práticas de fabricação.

O soro lácteo pode ser definido como a fração aquosa do leite que é separada da caseína durante a produção de queijos, correspondendo a cerca de 85% a 90% do volume do leite, levando 55% dos sólidos totais do mesmo (Kosikowski, 1979). Este é constituído, basicamente, de água, proteínas, lactose e minerais; quando concentrado, implica na obtenção de vários ingredientes proteicos de alta funcionalidade e valor nutricional (Silva & Bolini, 2006).

O café é uma das bebidas mais populares do mundo, sendo consumido em praticamente todos os países há muito tempo. Sua grande aceitação deve-se, principalmente, ao seu aroma intenso e sabor peculiar, podendo ser utilizado como saborizante e/ou aromatizante no processo de fabricação de doce de leite para a obtenção de um novo produto.

Ainda hoje, não há um aproveitamento máximo do soro devido ao alto custo e à dificuldade de processá-lo, mas há um grande aumento na produção nacional de queijo, que tem gerado um crescente volume do soro, causando problemas práticos e econômicos de poluição ambiental. Diante desse quadro, este trabalho foi realizado com os objetivos de elaborar um doce de leite com a adição de café e a substituição parcial do leite por soro de queijo e avaliar o efeito dessas variáveis sobre o rendimento, as características físicas, químicas e físico-químicas do doce, bem como encontrar a concentração máxima de soro para ser utilizada na fabricação do doce.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Processamento dos doces

Para a fabricação dos doces, utilizaram-se: leite integral pasteurizado de mesmo lote, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, amido de milho, citrato de sódio, café solúvel e soro de queijo, proveniente da fabricação do queijo minas frescal. Os doces foram elaborados seguindo uma tecnologia diferente da tradicional sugerida por Martins & Lopes (1981) para a fabricação de doce de leite. As principais modificações foram: substituição parcial de leite por soro de queijo e adição de café solúvel. A formulação utilizada para a fabricação dos doces foi baseada na formulação sugerida por Perrone et al. (2006). No fluxograma (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

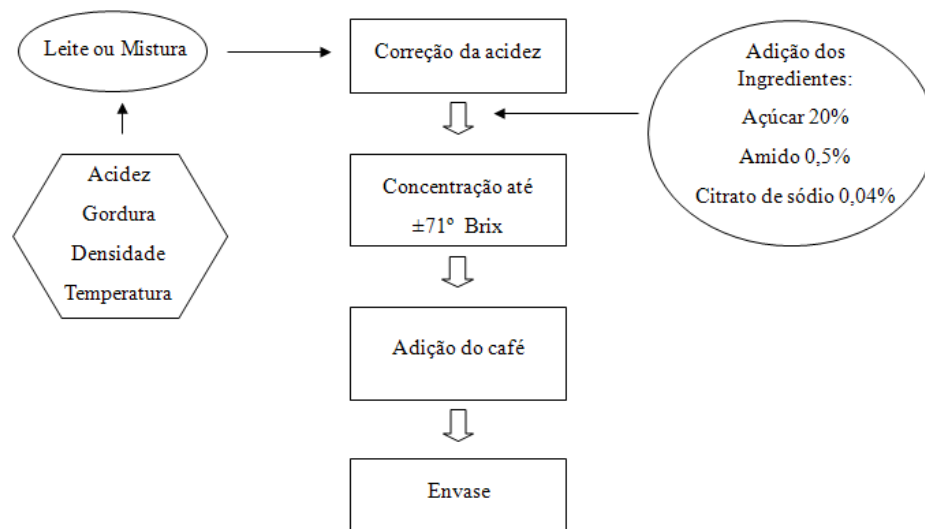


FIGURA 1 Etapas da fabricação dos doces.

O soro utilizado para a fabricação dos doces foi obtido a partir da fabricação de queijo minas frescal. Para a fabricação do queijo, foram utilizados leite integral pasteurizado, cloreto de cálcio e coalho. Após a coagulação do leite, o queijo (caseína) foi separado do soro. O soro foi filtrado em peneira, para a completa separação da caseína; posteriormente, foi embalado em sacos plásticos de polietileno e armazenado sob refrigeração para ser utilizado na fabricação dos doces.

Antes de iniciar a fabricação dos doces, o leite e o soro foram analisados quanto à acidez, utilizando-se o método da titulação com solução Dornic; conforme metodologia sugerida por Pereira et al. (2000). Após a realização da análise, fez-se o cálculo para a redução da acidez do leite e do soro para 10° Dornic e 8° Dornic, respectivamente, conforme fórmula empregada por Martins & Lopes (1981). Para isso utilizou-se bicarbonato de sódio.

Para a realização do cálculo do extrato seco do leite e do soro, empregou-se a Fórmula de Furtado, conforme apresentado por Pereira et al. (2000). Para isso, o teor de gordura, a densidade e a temperatura foram verificados. O teor de gordura foi determinado utilizando-se butirômetro de Gerber (Pereira et al., 2000); a densidade e a temperatura foram avaliadas por meio do lactodensímetro, conforme metodologia sugerida por Pereira et al. (2000). O extrato seco do leite e do soro foi determinado para realizar o cálculo do rendimento do doce.

A mistura (leite + soro) foi colocada no equipamento. O equipamento empregado consistiu de um tacho aberto com capacidade de trabalho de 20 litros de leite. Durante o aquecimento da mistura, adicionaram-se o açúcar, o citrato de sódio e o amido, nas proporções em relação à quantidade de mistura (leite + soro).

O citrato de sódio pode ser empregado na fabricação do doce de leite como estabilizante, na quantidade necessária para as boas práticas de fabricação (Brasil, 1997).

O amido é utilizado como espessante de processo e pode acarretar ganho em rendimento, diminuição do aparecimento de cristais perceptíveis ao paladar, podendo, ainda, ser utilizado como agente de corpo para facilitar a evaporação (Perrone, 2007), em uma proporção não superior a 0,5g/100 mL no leite (Brasil, 1997).

As diferentes formulações dos doces permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis de $\pm 71^{\circ}$ Brix. Esse teor de sólidos solúveis foi determinado a partir de testes preliminares realizados. Atingido o ponto final, adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água). As concentrações de café foram adicionadas em relação à quantidade de mistura (leite + soro). Após a adição do café, os doces foram envasados em potes de vidro, tendo o enchimento sido feito a quente. Os doces foram resfriados em bandeja contendo água fria e, então, armazenados em caixas de papelão para a realização das análises.

4.2 Delineamento experimental

Foi utilizado um planejamento fatorial do tipo composto central rotacional para analisar a influência das variáveis do processo na variável resposta. Os experimentos foram realizados conforme planejamento experimental fatorial completo 2^2 (nível ± 1) com a adição de pontos centrais (nível 0) e pontos axiais (níveis $\pm 1,41$). Os pontos axiais ($\pm \alpha$) são utilizados para a ampliação do modelo linear, tornando-o quadrático. O valor de α é função do número de variáveis independentes (k), sendo definido pela Equação 1 (Barros Neto et al., 1995).

$$\alpha = (2^k)^{1/4}$$

Equação (1)

Como são duas variáveis independentes, o valor de α é 1,41.

Na Tabela 1 são apresentados os níveis reais e codificados dos fatores estudados.

TABELA 1 Planejamento fatorial completo composto central (2^2), com 2 variáveis independentes, 3 repetições no ponto central (c) e 4 pontos axiais dos doces.

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	x_1	x_2	$X_1(\%)$	$X_2(\%)$
1	-1	-1	10	1
2	+1	-1	30	1
3	-1	+1	10	1,5
4	+1	+1	30	1,5
5	-1,41	0	5,9	1,25
6	+1,41	0	34,4	1,25
7	0	-1,41	20	0,9
8	0	+1,41	20	1,60
9	0	0	20	1,25
10	0	0	20	1,25
11	0	0	20	1,25

x_1 = porcentagem de substituição de leite por soro de queijo

x_2 = porcentagem de adição de café

Foram realizados onze ensaios, sendo quatro fatoriais (combinações entre níveis ± 1), três centrais (três variáveis no nível 0) e quatro axiais (uma variável no nível $\pm 1,41$ e uma no nível 0), gerando um modelo quadrático, cujo valor das variáveis dependentes é função das variáveis independentes, conforme descrito na Equação 2:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \varepsilon \quad \text{Equação (2)}$$

em que β_n são os coeficientes de regressão, Y é a resposta em questão (umidade (U), proteína bruta (PB), gordura (G), cinza (C), açúcar total (AT), pH, acidez titulável (At), sólidos solúveis (SS), rendimento (R), cor L*, cor b*, dureza (D), adesividade (A), coesividade (C), gomosidade (G), elasticidade (E)), x_1 , x_2 são as variáveis independentes codificadas (porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café) e ε o erro experimental. As faixas de variação entre os limites inferior e superior de cada variável independente foram estabelecidas a partir de dados da literatura e de testes preliminares realizados.

Como, nem sempre, os coeficientes mostrados na Equação 2 são estatisticamente significativos, foi necessário realizar um teste t para assegurar a validade desses coeficientes dentro de um nível de confiança estabelecido (p).

Após a análise estatística dos coeficientes, a influência dos fatores e suas interações sobre as respostas foram analisadas por meio de análise de variância (ANOVA), teste F e coeficiente de determinação (R^2), verificando, dessa maneira, se o modelo representa um grau de ajuste adequado aos dados experimentais.

Para visualizar os efeitos das variáveis independentes e de suas interações sobre as respostas avaliadas, foi construído um gráfico de superfície de resposta quando a ANOVA mostrou-se significativa.

O processamento dos dados foi realizado com o programa Statistic for Windows versão 5.0 (1995) (Statistical Analysis and Data Mining Software, STATSOFT, 1995).

Optou-se por apresentar o modelo completo (com todos os fatores, colocando os fatores significativos em **negrito**) quando este apresentou $R^2 > 0,70$, mas a eliminação dos fatores não-significativos reduziu este valor abaixo desse

limite. Em alguns casos, optou-se por apresentar o modelo ajustado (sem os fatores não significativos), visto que, nesses casos, mesmo com a eliminação dos fatores não significativos o valor de R^2 foi maior que 0,70.

4.3 Composição dos doces

Os seguintes métodos foram empregados para a determinação da composição das amostras:

- . **umidade** - foi determinada gravimetricamente após secagem em estufa a 65°C, segundo Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1990);

- . **gordura** - o conteúdo de lipídeos foi determinado pelo emprego de lactobutíromêtro de Gerber, segundo metodologia descrita por Pereira et al. (2000);

- . **proteína** - as proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl, conforme descrito pela AOAC (1990), tendo os valores de nitrogênio sido multiplicados pelo fator de conversão 6,38, para os valores equivalentes de proteína;

- . **cinzas** - o teor de cinzas foi medido gravimetricamente após calcinação das amostras em mufla a 550°C, segundo AOAC (1990);

- . **açúcares totais** - os açúcares foram determinados pelo método de Antrona, conforme Dische (1962).

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.4 Rendimento dos doces

O rendimento das diferentes formulações dos doces foi avaliado utilizando-se a seguinte fórmula empregada por Martins & Lopes (1981), com uma modificação (quantidade de café adicionado):

$$R = (SM \times 100)/SD$$

em que

R = rendimento, em kg de doce

SM = matéria seca da mistura (leite + soro + açúcar) + quantidade de café adicionado

SD = matéria seca do doce

4.5 Análises físico-químicas

Sólidos solúveis – a concentração de sólidos solúveis foi determinada através de leitura refratométrica a 20°C, conforme Instituto Adolfo Lutz (IAL) (1985).

pH – foi determinado utilizando-se o método eletroanalítico (potenciométrico) em peagâmetro Tecnal^R Tec 3MP, segundo IAL (1985).

Acidez - foi determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína, sendo o resultado expresso em porcentagem de compostos com caráter ácido, como o ácido láctico, conforme metodologia proposta por Pereira et al. (2000).

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.6 Análise de cor

Os valores L*, a* e b* foram determinados em colorímetro Minolta CR 400, trabalhando com D₆₅ (luz do dia) e utilizando-se os padrões CIElab, em que

L* = mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto;

a* = mede a intensidade de vermelho (+), e verde (-);

b* = mede a intensidade de amarelo (+), e azul (-).

A análise foi realizada em triplicata.

4.7 Avaliação de perfil de textura (TPA) instrumental

A análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA), foi realizada utilizando-se o texturômetro *Stable Micro Systems*, modelo TA.XT2i. Obtiveram-se os valores dos seguintes parâmetros, descritas por Szczesniak (1963):

- . **dureza**: força necessária para produzir uma deformação na amostra;
- . **coesividade**: extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura;
- . **elasticidade**: velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força;
- . **adesividade**: energia necessária para superar as forças atrativas entre superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o alimento está em contato;
- . **gomosidade**: energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição.

As amostras foram avaliadas em triplicatas, no próprio pote de vidro (capacidade de 250g) no qual se encontravam envasadas. Para os testes, adotaram-se os seguintes parâmetros:

- velocidade pré-teste: 2,0 mm/s;
- velocidade teste: 1,0 mm/s;
- velocidade pós-teste: 2,0 mm/s;
- distância: 10,0 mm
- tempo: 0,5 s;
- força de contato: 5,0 g;
- probe: cilindro acrílico de 20,0 mm (P20).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Composição dos doces

A análise estatística foi realizada no intuito de saber quais variáveis tiveram efeito significativo nas respostas analisadas: umidade, proteína, gordura, cinza e açúcares totais. Quando o efeito da interação não for significativo, pode-se analisar cada variável separadamente.

Os efeitos das variáveis independentes sobre a variável umidade são mostrados na Tabela 3.

TABELA 3 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a umidade dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	21,13	0,45	46,99	0,00**
Soro (L)	1,48	0,55	2,68	0,04*
Soro (Q)	1,93	0,66	2,93	0,03*
Café (L)	-1,47	0,55	-2,67	0,04*
Café (Q)	1,07	0,66	1,63	0,16
Sorox Café	-1,27	0,78	-1,62	0,16

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

O efeito estimado indica quanto cada fator influi nas respostas estudadas. Quanto maior é o seu valor, maior é a sua influência, e um efeito positivo indica que, ao passar de um valor mínimo a um valor máximo da variável, a resposta aumenta. Já um efeito negativo indica o contrário, ou seja, ao passar de um valor mínimo para o valor máximo, a resposta diminui.

A porcentagem de substituição de soro de queijo e a porcentagem de adição de café influenciaram separadamente a umidade dos doces, não se

observando efeito significativo ($p > 0,05$) da interação soro x café na variável em questão (Tabela 3). Os efeitos dos fatores porcentagem de soro apresentaram-se positivos, ou seja, o aumento da porcentagem de substituição de leite por soro de queijo aumentou a umidade dos doces. O efeito da porcentagem de café apresentou-se negativo, ou seja, o aumento da adição de café promoveu uma diminuição no teor de umidade dos doces.

De acordo com a estimativa dos efeitos apresentadas na Tabela 3, a variável mais importante para a umidade dos doces foi a porcentagem de substituição de soro, porque foram significativos tanto o efeito linear quanto o efeito quadrático desta variável.

Verificou-se, na análise de variância (Tabela 4), pelo teste F, a significância da regressão para a variável umidade.

TABELA 4 Análise de variância (ANOVA) do modelo completo para a umidade dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	15,88	5	3,18	5,24	5,05	0,8347
Resíduo	3,03	5	0,61			
Total	18,91	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = $F_{\text{calculado}}$; Ft = F_{tabelado} ; *Valores tabelados de F, a $p \leq 0,05$; R² = coeficiente de determinação

O resultado da análise de variância (ANOVA) mostrou que o modelo completo gerado para a variável umidade apresentou regressão significativa, porque o $F_{\text{calculado}}$ foi maior que o F_{tabelado} , a 5%. O coeficiente de determinação da regressão ($R^2 = 0,8347$) para o modelo foi válido, indicando que ele explica 83,47% da variação dos dados observados.

Conforme Barros Neto et al. (1995), o coeficiente de determinação (R^2) mede a proporção da variação total da resposta que é explicada pelo modelo. Desse modo, quanto maior o R^2 , isto é, quanto mais próximo de 1, menor será o erro e melhor o modelo. Segundo esse autor, modelos com $R^2 < 0,60$ devem ser utilizados somente como indicadores de tendência, nunca para fins preditivos.

O modelo completo proposto para representar a umidade dos doces em função da substituição de leite por soro e adição de café está representado na Equação 3. Os fatores significativos estão apresentados em negrito.

$$U = 21,13 + \mathbf{0,74x_1} + \mathbf{0,96x_1^2} - \mathbf{0,74x_2} + 0,54x_2^2 - 0,63x_1x_2 \quad \text{Equação (3)}$$

A superfície de resposta para a avaliação da umidade dos doces, baseada no modelo gerado pela Equação 3, está ilustrada na Figura 2.

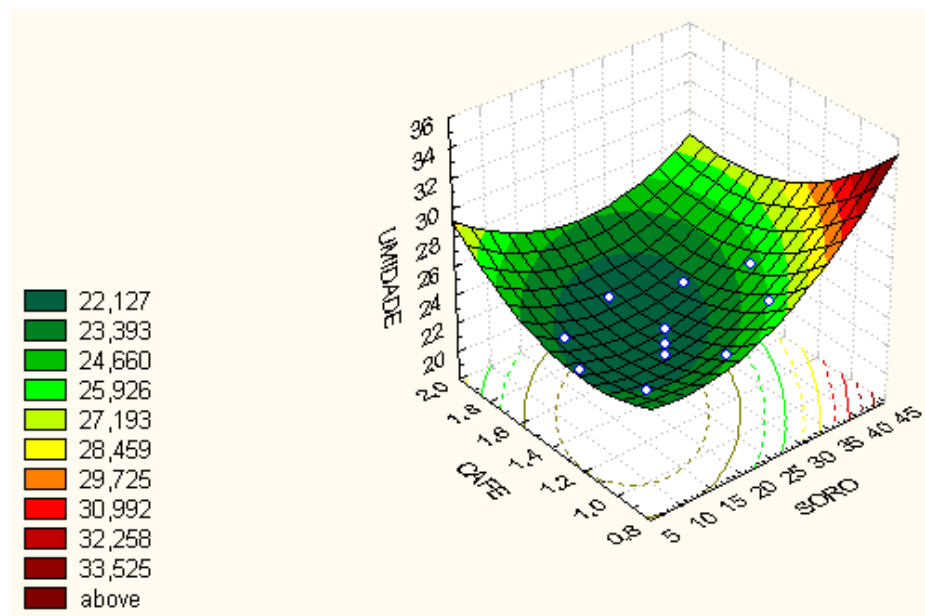


FIGURA 2 Superfície de resposta para a variável umidade.

A superfície de resposta confirma a análise de efeitos e permite visualizar a variação da resposta para cada parâmetro estudado (substituição de leite por soro e adição de café). Como já foi observado na análise de efeitos, verifica-se a influência da substituição de leite por soro, aumentando o teor de umidade dos doces.

O doce de leite, segundo a Portaria nº354, de 4 de setembro de 1997 (Brasil, 1997), deve apresentar teor de umidade abaixo de 30%. Doces com teor de umidade acima de 30% poderiam ser obtidos utilizando-se uma concentração de soro de acima de 37% (Figura 2). Isso é explicado pelo fato de o soro apresentar cerca de 90% do volume do leite, levando consigo 55% dos sólidos totais do mesmo, portanto, apresentando maior teor de umidade.

Os efeitos das variáveis independentes (x_1 e x_2) sobre variável proteína podem ser vistos na Tabela 5.

TABELA 5 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o teor de proteína dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	7,29	0,10	74,43	0,00**
Soro (L)	-0,77	0,12	-6,43	0,00**
Soro (Q)	-0,66	0,14	-4,60	0,01**
Café (L)	0,23	0,12	1,93	0,11
Café (Q)	-0,24	0,14	-1,69	0,15
Soro x Café	0,29	0,17	1,68	0,15

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

A porcentagem de café não influenciou no teor de proteína. O efeito da interação soro x café não foi significativa ($p \geq 0,05$) (Tabela 5). Apenas o fator porcentagem de substituição de leite por soro de queijo influenciou o teor de

proteína dos doces. Para esta variável, os efeitos dos fatores porcentagem de soro de queijo (L) e (Q) foram considerados significativos ($p \leq 0,05$) (Tabela 3) e apresentaram-se negativos, ou seja, o aumento da porcentagem de soro de queijo diminuiu o teor de proteína dos doces.

Após a eliminação dos parâmetros com efeitos não significativos café (L), café (Q) e a interação soro x café, foi realizada a análise de variância e verificada a significância da regressão, a 5% de significância, utilizando-se o teste F, conforme dados da Tabela 6.

TABELA 6 Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o teor de proteína dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	1,72	2	0,86	16,65	4,46	0,9518
Resíduo	0,41	8	0,05			
Total	2,13	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = $F_{\text{calculado}}$; Ft = F_{tabelado} ; *Valores tabelados de F a $p \leq 0,05$; R² = coeficiente de determinação

Como se observa pelos dados da Tabela 6, o modelo ajustado apresentou regressão significativa, a 95% de confiança ($F_{\text{calculado}}$ superior ao F_{tabelado}), com R² igual a 0,9518, evidenciando que o modelo ajustado explicou 95,18% da variação dos dados experimentais.

O modelo ajustado (apresentando somente os fatores significativos), proposto para representar a influência da substituição de leite por soro sobre o teor de proteína está apresentado na Equação 4.

$$PB = 7,17 - 0,77x_1 - 0,66x_1^2 \quad \text{Equação (4)}$$

A superfície de resposta gerada a partir do modelo ajustado é mostrada na Figura 3.

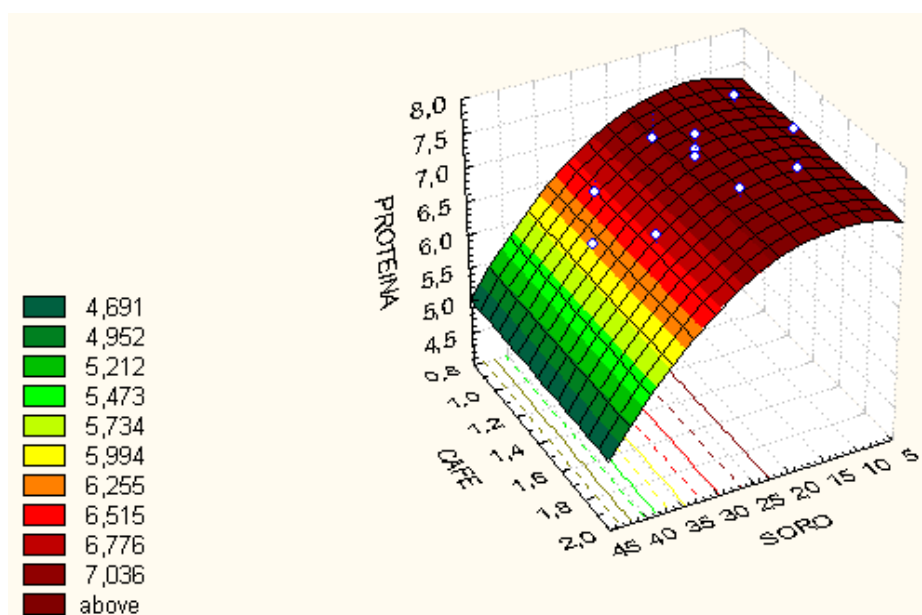


FIGURA 3 Superfície de resposta para a variável proteína bruta.

A análise da superfície de resposta para a variável proteína (Figura 3) mostra que os doces com maiores concentrações de adição de soro de queijo apresentaram menores teores de proteína.

Em relação ao teor de proteína, o doce de leite deve apresentar teores mínimos de 5,0%. Doces com teores de proteína abaixo de 5,0% poderiam ser obtidos com concentrações de substituição de soro acima de 42% (Figura 3). Isso é explicado pelo fato de o soro ter, aproximadamente, a metade do teor de proteínas do leite.

Machado (2005), estudando a utilização de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite

pastoso, observou que os doces, quando processados com maiores concentrações de soro, apresentaram menores teores de proteína, quando se utilizou 0,5% de amido, o que corrobora os resultados obtidos neste estudo.

Os efeitos das variáveis porcentagens de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café na variável gordura são mostrados na Tabela 7.

TABELA 7 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o teor de gordura dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	6,17	0,27	22,43	0,00**
Soro (L)	-1,44	0,34	-4,28	0,01**
Soro (Q)	-0,65	0,40	-1,61	0,17
Café (L)	-0,40	0,34	-1,18	0,29
Café (Q)	-0,99	0,40	-2,47	0,06
SoroxCafé	1,25	0,48	2,62	0,05*

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

A porcentagem de café não influenciou o teor de gordura. O efeito da interação soro x café foi significativa ($p \leq 0,05$), indicando que as adições de soro e café afetaram dependentemente o teor de gordura dos doces.

O fator porcentagem de substituição de leite por soro de queijo influenciou o teor de gordura dos doces. Para esta variável, o efeito do fator porcentagem de soro de queijo (L) foi considerado significativo ($p \leq 0,05$) e apresentou-se negativo, ou seja, o aumento da porcentagem de soro de queijo diminuiu o teor de gordura dos doces. O efeito da interação soro x café apresentou-se positivo, ou seja, quanto maior a porcentagem de substituição de soro de queijo e café, maior o teor de gordura (Tabela 7).

Verificou-se, na análise de variância (Tabela 8), pelo teste F, a significância da regressão para a variável gordura.

TABELA 8 Análise de variância (ANOVA) do modelo completo para o teor de gordura dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	7,61	5	1,52	6,71	5,05	0,8703
Resíduo	1,13	5	0,23			
Total	8,75	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = F_{calculado}; Ft = F_{tabelado}; *Valores tabelados de F a p≤0,05; R² = coeficiente de determinação

Como o F_{calculado} é superior ao F_{tabelado}, pode-se dizer que o modelo completo apresentou regressão significativa. O coeficiente de regressão (R²) foi de 87,03%, indicando um ajuste do modelo aos dados experimentais. O modelo completo proposto para a variável gordura é apresentado na Equação 5.

$$G = 6,17 - 0,72x_1 - 0,32x_1^2 - 0,20x_2 - 0,50x_2^2 + 0,62x_1x_2 \quad \text{Equação (5)}$$

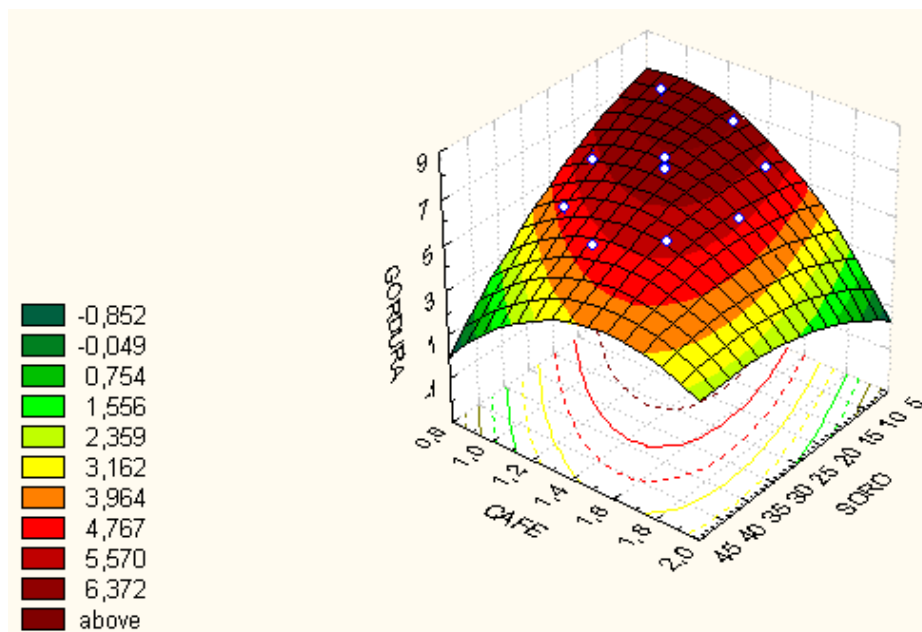


FIGURA 4 Superfície de resposta para a variável gordura.

O conteúdo de lipídeos esperado para doces obtidos de leite de vaca integral deveria ser entre 6,0 e 9,0 (Brasil,1997), no entanto, conforme mostrado na Figura 4, somente quatro ensaios apresentaram teores de gordura dentro do estabelecido. Isso pode ter ocorrido devido à não padronização da mistura leite + soro. Machado (2005), estudando a utilização diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso, não observaram diferença significativa no teor de gordura; quando se variou a concentração de soro, a variável soro não provocou diferença significativa no teor de gordura dos doces devido à prévia padronização realizada no leite e nas combinações de leite e soro de queijo utilizadas na fabricação dos referidos doces, o que não foi realizado no presente estudo.

Nas Tabelas 9 e 10 mostra-se o efeito das variáveis porcentagens de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café nas variáveis cinza e açúcares totais.

TABELA 9 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o teor de cinzas dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	2,06	0,04	53,85	0,00**
Soro (L)	-0,03	0,05	-0,61	0,57
Soro (Q)	-0,08	0,06	-1,50	0,19
Café (L)	0,06	0,05	1,30	0,25
Café (Q)	-0,14	0,06	-2,49	0,06
SoroxCafé	0,09	0,07	1,36	0,23

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 10 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o teor de açúcares totais dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	61,23	3,22	18,99	0,00**
Soro (L)	4,58	3,96	1,16	0,30
Soro (Q)	-3,30	4,72	-0,70	0,52
Café (L)	2,46	3,96	0,62	0,56
Café (Q)	-7,33	4,72	-1,55	0,18
SoroxCafé	-10,89	5,59	-1,95	0,11

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

Observa-se que os fatores porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café (L) e (Q) e as interações soro de

queijo x café não influenciaram significativamente ($p \geq 0,05$) a composição química do doce em relação às respostas cinza (Tabela 9) e açúcares totais (Tabela 10). Portanto, não foi possível estabelecer um modelo matemático para a variável cinza e açúcar total e nem gerar uma superfície para estas variáveis.

Dias et al. (2008), estudando a adição de 20% de soro de queijo no doce de leite, encontraram teores de 16,2%, 8,5%, 2,1%, 3% e 48% para umidade, proteína, cinza, gordura e açúcar, respectivamente. Observou-se que os teores de umidade, gordura e açúcar estão abaixo do encontrado neste estudo, enquanto os teores de proteína estão acima do obtido para o doce com substituição de 20% de soro.

Pode-se perceber que a variável independente mais importante para a composição dos doces foi a porcentagem de substituição de soro, porque essa variável apresentou efeito significativo em todas as respostas estudadas: umidade, proteína e gordura, o que não aconteceu com a variável independente porcentagem de adição de café. Portanto, levando-se em consideração a qualidade nutricional, os teores de cinza e de açúcares não foram afetados pela adição de soro. Doces com teores de umidade acima de 30% poderiam ser obtidos com substituição de soro acima 37%. Doces com concentrações de soro acima de 42% tendem a apresentar teores de proteína abaixo de 5,0 e doces elaborados com altas concentrações de soro de queijo tendem a apresentar baixos teores de gordura, caso não seja realizada uma padronização da gordura no leite ou na mistura (leite + soro). Portanto, percebe-se que o teor máximo de substituição de leite por soro para fabricar doce de leite com café e soro seria de 37%, pois, até nesse nível, obtém-se um doce com teores de proteína e umidade estabelecidos pela legislação.

5.2 Rendimento dos doces

Os dados da Tabela 11 mostram os efeitos das variáveis porcentagens de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café na variável rendimento.

TABELA 11 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o rendimento dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	41,55	0,19	214,11	0,00**
Soro (L)	-0,44	0,24	-1,85	0,12
Soro (Q)	1,12	0,28	3,96	0,01**
Café (L)	-0,16	0,24	-0,68	0,53
Café (Q)	0,67	0,28	2,35	0,07
SoroxCafé	-0,68	0,34	-2,04	0,10

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

A porcentagem de soro (Q) influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o rendimento dos doces. O efeito do fator porcentagem de soro de queijo apresentou-se positivo, ou seja, o aumento da porcentagem de substituição de leite por soro aumentou o rendimento dos doces.

Verificou-se, na análise de variância (Tabela 12), pelo teste F, a significância da regressão, para a variável rendimento.

TABELA 12 Análise de variância (ANOVA) do modelo completo para o rendimento dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	2,85	5	0,57	5,052	5,05	0,8347
Resíduo	0,57	5	0,11			
Total	3,42	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = F_{calculado}; Ft = F_{tabelado}; *Valores tabelados de F a p≤0,05; R² = coeficiente de determinação

Os resultados da análise da variância (Tabela 12) mostraram que o modelo completo para a variável rendimento apresentou regressão significativa (Fc>Ft), a 5%. O coeficiente de determinação (R²) foi de 83,47%, indicando um ajuste do modelo aos dados. O modelo de regressão para a variável rendimento está apresentado na Equação 6.

$$R = 41,55 - 0,22x_1 + 0,56x_1^2 - 0,08x_2 + 0,33x_2^2 - 0,43x_1x_2 \quad \text{Equação (6)}$$

De acordo com o modelo completo, foi construída a superfície de resposta (Figura 5) para a avaliação da variável rendimento.

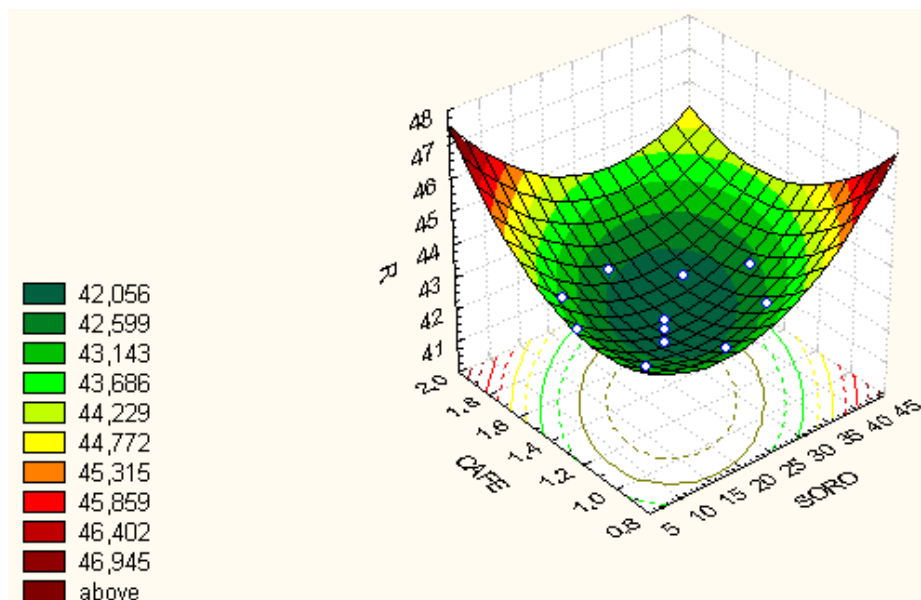


FIGURA 5 Superfície de resposta para a variável rendimento.

Maiores rendimentos foram alcançados quando os doces foram elaborados com maiores concentrações de soro de queijo (Figura 5). Esse fato pode ser explicado pelo maior teor de umidade encontrado nos doces que continham a maior porcentagem de substituição de leite por soro, como foi discutido acima, resultando, então, em maior rendimento.

Machado (2005) encontrou maiores rendimentos quando os doces foram elaborados sem adição de soro de queijo, independente da concentração de amido utilizada.

5.3 Análises físico-químicas

Os efeitos das variáveis porcentagens de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café nas variáveis pH, acidez e sólidos solúveis, respectivamente, são mostrados nas Tabelas 13, 14 e 15.

TABELA 13 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o pH dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	5,76	0,04	140,40	0,00**
Soro (L)	-0,03	0,05	-0,67	0,53
Soro (Q)	-0,01	0,06	-0,16	0,88
Cafê (L)	-0,12	0,05	-2,47	0,06
Cafê (Q)	0,05	0,06	0,84	0,44
SoroxCafê	-0,01	0,07	-0,14	0,89

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 14 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a acidez dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	0,54	0,02	21,86	0,00**
Soro (L)	-0,04	0,03	-1,24	0,27
Soro (Q)	-0,07	0,04	-2,07	0,09
Cafê (L)	0,05	0,03	1,83	0,13
Cafê (Q)	-0,05	0,04	-1,37	0,23
SoroxCafê	-0,02	0,04	-0,59	0,58

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 15 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o teor de sólidos solúveis dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	71,33	1,04	68,82	0,00**
Soro (L)	-0,46	1,27	-0,36	0,73
Soro (Q)	-2,71	1,52	-1,79	0,13
Cafê (L)	0,96	1,27	0,75	0,48
Cafê (Q)	-1,70	1,52	-1,12	0,31
SoroxCafê	1,5	1,80	0,84	0,44

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

Os fatores porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café (L) e (Q) e as interações soro de queijo x café não influenciaram significativamente ($p \geq 0,05$) o pH (Tabela 13), a acidez titulável (Tabela 14) e os sólidos solúveis (Tabela 15) dos doces. Portanto, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo matemático para as variáveis pH, acidez e sólidos solúveis e nem gerar uma superfície para estas variáveis.

Em geral, os doces de leite com café e soro apresentaram menores valores de pH e maiores valores de acidez quando comparados com os valores encontrados por Machado (2005), para doce de leite com soro. Esse menor valor de pH e o maior teor de acidez encontrados podem ser consequência da presença do café, que contribuiu para aumentar a acidez e diminuir o pH do doce.

5.4 Análise de cor

A Tabela 16 mostra a estimativa dos efeitos dos fatores porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café na variável L*.

TABELA 16 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o componente L* da cor dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	26,26	0,33	80,22	0,00**
Soro (L)	-2,36	0,40	-5,87	0,00**
Soro (Q)	-0,34	0,48	-0,72	0,50
Café (L)	-2,86	0,40	-7,13	0,00**
Café (Q)	0,90	0,48	1,87	0,12
SoroxCafé	0,30	0,57	0,53	0,62

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

A luminosidade (L*) das amostras foi afetada significativamente ($p \leq 0,05$) pelo fator substituição de leite por soro (L) e pelo fator concentração de adição café (L) (Tabela 16). O efeito porcentagem de substituição de leite por soro e porcentagem de adição café foi negativo, ou seja, o aumento da porcentagem de substituição de leite por soro e o aumento da adição de café na formulação de doce diminuiu a sua luminosidade.

Após a eliminação dos parâmetros com efeitos não significativos soro (Q), café (Q) e a interação SoroXCafé, foi realizada a análise de variância e verificada a significância da regressão, a 5% de significância, utilizando-se o teste F, conforme Tabela 17.

TABELA 17 Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o componente L* da cor dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	27,43	2	13,72	32,39	4,46	0,8901
Resíduo	3,39	8	0,42			
Total	30,82	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = F_{calculado}; Ft = F_{tabelado}; *Valores tabelados de F a p≤0,05; R² = coeficiente de determinação

A ANOVA mostra uma regressão significativa ($p \leq 0,05$), pois o F_{calculado} foi 7,26 vezes superior ao F_{tabelado}, demonstrando uma equação válida, significativa estatisticamente e útil para fins preditivos, corroborando dados de Barros Neto et al. (1995), que reporta que o valor de F_{calculado} deve ser, no mínimo, quatro a cinco vezes o valor do F_{tabelado}, para considerar a regressão útil para fins preditivos. O coeficiente de determinação (R²) igual a 0,8901 indicou que o modelo de regressão explicou 89,01% dos dados observados, comprovando também que o modelo pode ser utilizado para fins preditivos, pois, segundo Barros Neto et al. (1995), modelos com R²>0,60 podem ser utilizados para fins preditivos. O modelo ajustado de 1ª ordem para a luminosidade (L*) está apresentado na Equação 7.

$$L = 26,46 - 1,18x_1 - 1,43x_2 \quad \text{Equação (7)}$$

De acordo com o modelo ajustado, foi construída a superfície de resposta (Figura 6) para a avaliação da variável L.

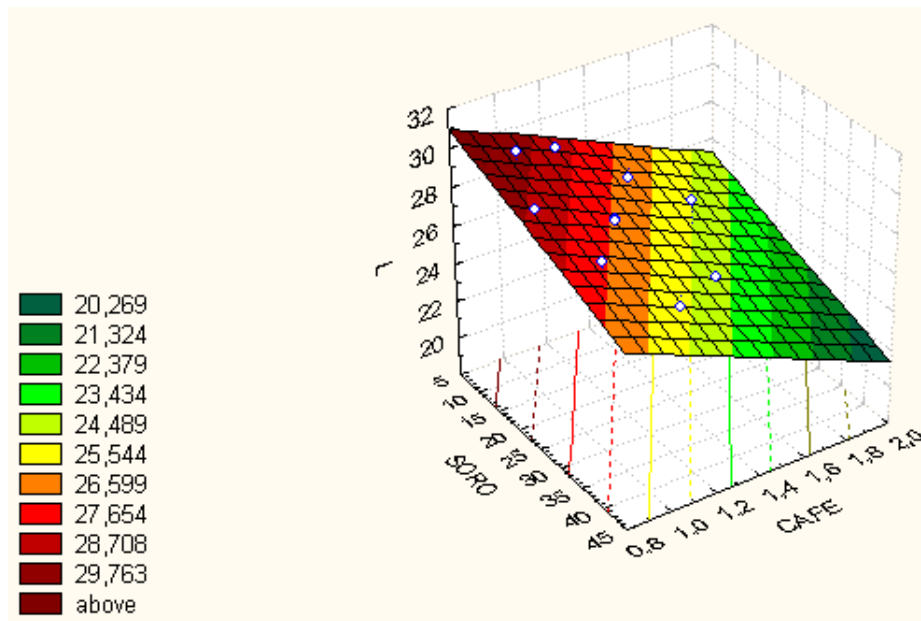


FIGURA 6 Superfície de resposta para a variável L*.

De acordo com a Figura 6, quanto maior a concentração de soro de queijo menor foi a intensidade da luminosidade (L^*), da mesma forma, quanto maior a adição de café, menor foi a intensidade da luminosidade (L^*).

Esses resultados estão de acordo com os relatados por Machado (2005), que observou que aumentos progressivos na concentração de soro de queijo adicionada ao leite reduziram levemente a intensidade da luminosidade (L^*) do doce de leite. Bellard (2005) encontrou resultado semelhante quando comparou a cor do doce de leite, substituindo 30% dos sólidos de leite por concentrado proteico de soro, obtendo um doce mais escuro que a 20%.

Os dados da Tabela 18 mostram a estimativa dos efeitos dos fatores porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café na variável b^* .

TABELA 18 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para o componente b* da cor dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	10,87	0,36	29,99	0,00**
Soro (L)	-2,44	0,44	-5,48	0,00**
Soro (Q)	0,23	0,53	0,44	0,68
Cafê (L)	-3,59	0,44	-8,08	0,00**
Cafê (Q)	1,42	0,53	2,68	0,04*
SoroxCafê	0,03	0,63	0,05	0,96

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

A intensidade de cor amarela das amostras foi afetada significativamente ($p \leq 0,05$) pelo fator substituição de leite por soro (L) e pelo fator concentração de adição café (L) e (Q) (Tabela 18). O efeito porcentagem de substituição de leite por soro e da porcentagem de adição café foi negativo, ou seja, o aumento da porcentagem de substituição de leite por soro e o aumento da adição de café na formulação de doce diminuiram a intensidade de cor amarela.

De acordo com a estimativa dos efeitos apresentadas na Tabela 18, a variável mais importante para a intensidade de cor amarela dos doces foi a concentração de adição de café, porque foram significativos tanto o efeito linear quanto o quadrático desta variável.

Após a eliminação dos parâmetros com efeitos não significativos Soro (Q) e a interação SoroXCafê, foi realizada a análise de variância e verificada a significância da regressão, a 5% de significância, utilizando o teste F, conforme dados da Tabela 19.

TABELA 19 Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o componente b* da cor dos doces.

FV	SQ	GL	QM	Fc	*Ft	R²
Regressão	40,43	3	13,48	46,05	4,35	0,9518
Resíduo	2,05	7	0,29			
Total	42,48	10				

SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM – média quadrática; Fc = F_{calculado}; Ft = F_{tabelado}; *Valores tabelados de F a p≤0,05; R² = coeficiente de determinação

Os dados da Tabela 19 mostram uma regressão significativa ($p \leq 0,05$), pois o F_{calculado} foi 10,59 vezes superior ao F_{tabelado}, demonstrando uma equação válida, significativa estatisticamente e útil para fins preditivos. O coeficiente de determinação (R²) igual a 0,9518 indicou que o modelo de regressão explicou 95,18% dos dados observados, comprovando também que o modelo pode ser utilizado para fins preditivos, pois modelos com R²>0,60 podem ser utilizados para fins preditivos. O modelo ajustado de 1ª ordem para a intensidade de cor amarela (b*) está apresentado na Equação 8.

$$B = 10,98 - 1,22x_1 - 1,80x_2 \quad \text{Equação (8)}$$

De acordo com o modelo completo, foi construída a superfície de resposta (Figura 7) para a avaliação da variável b*.

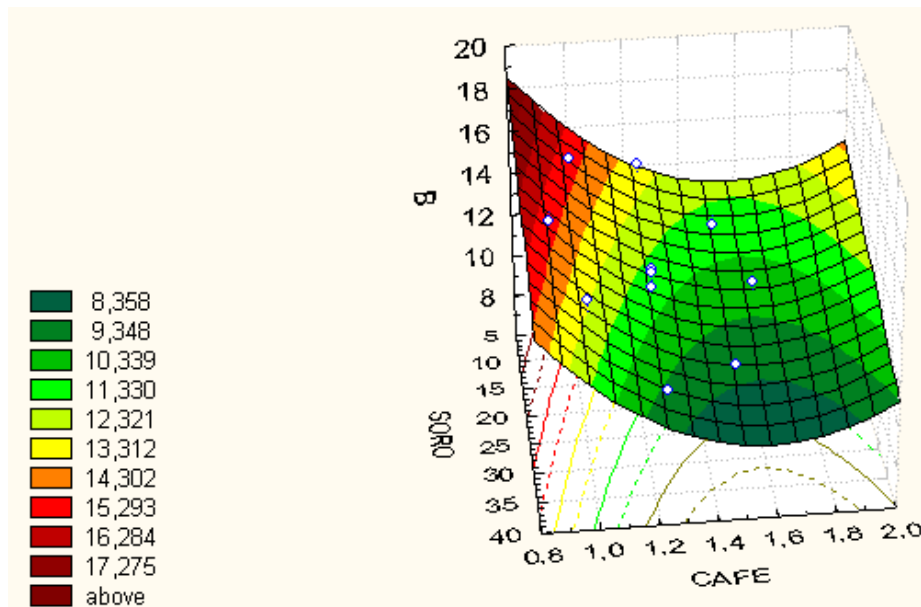


FIGURA 7 Superfície de resposta para a variável b^* .

Maiores valores de b^* foram encontrados com menores concentrações de soro. Da mesma forma, à medida que se aumentou a concentração de café, o valor de b^* também diminuiu (Figura 7), portanto, esse componente foi influenciado pela concentração de soro e café, independentemente. Embora o valor de b^* tenha diminuído com o aumento da porcentagem de substituição de leite por soro, pode-se observar, pela Figura 7, que esses valores mantiveram-se praticamente constantes, com poucas variações.

Machado (2005) e Bellard (2005) encontraram resultados semelhantes para o componente b^* . Esses valores mantiveram-se constantes com o aumento da concentração de soro.

5.5 Análise de textura

Os dados das Tabelas 20, 21, 22, 23 e 24 mostram a estimativa dos efeitos dos fatores porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café nas variáveis dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade, respectivamente.

TABELA 20 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a dureza dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	52,22	4,49	11,63	0,00**
Soro (L)	-10,99	5,51	-2,00	0,10
Soro (Q)	-3,83	6,57	-0,58	0,58
Café (L)	7,99	5,51	1,45	0,21
Café (Q)	-6,44	6,57	-0,98	0,37
SoroxCafé	9,45	7,78	1,22	0,28

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 21 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a adesividade dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	-127,29	17,21	-7,40	0,00**
Soro (L)	31,69	21,10	1,50	0,19
Soro (Q)	26,17	25,18	1,04	0,35
Café (L)	-31,64	21,10	-1,50	0,19
Café (Q)	23,88	25,18	0,95	0,39
SoroxCafé	-30,15	29,80	-1,01	0,36

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 22 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a elasticidade dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	0,90	0,01	127,51	0,00**
Soro (L)	-0,00	0,01	-0,70	0,51
Soro (Q)	0,00	0,01	0,20	0,85
Cafê (L)	-0,02	0,01	-1,86	0,12
Cafê (Q)	0,00	0,01	0,20	0,85
SoroxCafê	0,01	0,01	0,41	0,70

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 23 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a coesividade dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	0,59	0,02	27,75	0,00**
Soro (L)	-0,02	0,03	-0,85	0,43
Soro (Q)	-0,05	0,03	-1,73	0,14
Cafê (L)	0,00	0,03	0,10	0,92
Cafê (Q)	0,00	0,03	0,05	0,97
SoroxCafê	0,04	0,04	1,09	0,33

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

TABELA 24 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para a gomosidade dos doces.

Fatores	Efeito estimado	Erro puro	t(5)	p
Média	30,58	2,38	12,83	0,00**
Soro (L)	-7,27	2,92	-2,49	0,05
Soro (Q)	-4,42	3,49	-1,27	0,26
Cafê (L)	4,27	2,92	1,46	0,20
Cafê (Q)	-3,39	3,49	-0,97	0,37
SoroxCafê	7,36	4,13	1,78	0,13

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$; * significativo, a $p \leq 0,05$

Nenhuma das variáveis independentes (porcentagem de substituição de leite por soro ou porcentagem de adição de café) apresentou efeito significativo ($p \geq 0,05$) para as variáveis dureza (Tabela 20), adesividade (Tabela 21), elasticidade (Tabela 22), coesividade (Tabela 23) e gomosidade (Tabela 24) dos doces. Dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo matemático para as variáveis em questão.

6 CONCLUSÕES

Nenhuma das variáveis independentes (concentração de soro de queijo ou concentração de café) apresentou efeito significativo para as variáveis físico-químicas (pH, acidez, sólidos solúveis) e para as variáveis de textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade). O aumento da concentração de soro de queijo aumentou o teor de umidade e o rendimento dos doces e diminuiu o teor de proteína e de gordura, a luminosidade (L) e a intensidade da cor amarela (b*) dos doces. O aumento da adição de café diminuiu a umidade, a luminosidade (L) e a intensidade da cor amarela (b*).

A análise da superfície de resposta para a composição dos doces mostrou que o teor máximo de substituição de leite por soro para se fabricar doce de leite com café e soro seria de 37%, pois, até nesse nível, obtém-se um doce com teores de proteína e umidade estabelecidos pela legislação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1990. 115 p.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1995. 299 p.

BELLARD, F. B. Elaboração de doce de leite pastoso com substituição parcial dos sólidos de leite por concentrado protéico de soro. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 17/18, p. 249-255, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria nº 354**, de 4 de setembro de 1997. Estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverá cumprir o doce de leite destinado ao consumo humano. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2008.

DIAS, C. A.; CORRENTE, L. A.; DIAS, C. A. Análise sensorial de doce de leite produzido com adição de soro de leite. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 6., 2008, Paraná. **Anais...** Paraná: UTFPR, 2008. 6 p.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.

KOSIKOWSKI, F.V. Whey utilization and whey products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 7, p. 1149-1160, July 1979.

MACHADO, L. M. P. **Uso do soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 170 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. **Doce de leite**: aspectos da tecnologia de fabricação. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 1-37. (Instruções técnicas, 18).

PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRS, L. L.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; SILVA, P. H. F. da. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2. ed. Juiz de Fora: Oficina de Impressão, 2000. 190 p.

PERRONE, I. T.; FERRUA, F. Q.; ABREU, L. R. Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 01-04, jul./ago. 2006.

PERRONE, I. T. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 354, p. 43-49, jan./fev. 2007.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 116-122, jan./mar. 2006.

STATISTICAL ANALYSIS AND DATA MINING SOFTWARE. **Statistica for Windows**: versão 5.0. Tulsa, 1995. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 20 ago. 2009.

SZCZESNIAK, A. Classification on texture characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, July 1963.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ E SORO DE QUEIJO UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DOS DADOS AFETIVOS

1 RESUMO

A análise sensorial é um campo muito importante na indústria de alimentos, pois contribui para inúmeras atividades, como desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade, reformulação e redução de custos de produtos. Este estudo com consumidores foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras e teve como objetivo avaliar a aceitação de doce de leite com café e soro por meio de teste de aceitação em relação a aparência, textura, sabor e impressão global, além de avaliar o quão ideais encontravam-se a doçura e o sabor de café dos doces. As análises dos resultados foram realizadas por meio da análise de superfície de resposta, ANOVA, teste de médias, histogramas de frequência e mapa de preferência, correlacionando os dados sensoriais de impressão global com resultados de análises físicas e físico-químicas e atributos sensoriais (aparência, textura, sabor). A metodologia de superfície de resposta, por si só, não foi suficiente para encontrar a melhor formulação para a elaboração doce de leite com café. Pela ANOVA e teste de médias e, ainda, mapa de preferência, observou-se que os doces preferidos pelos consumidores foram os da formulação 1 (10% de soro e 1% de café), formulação 2 (30% de soro e 1% de café) e formulação 9 (20% de soro e 1,25% de café), tendo aceitação da amostra amostras 1 e 2 sido influenciada, principalmente, pela maior aceitabilidade em relação ao sabor e por apresentar maiores valores de pH, valor L^* e b^* . A aceitação da amostra 9 foi caracterizada, principalmente, pela maior dureza e gomosidade e maiores teores de sólidos solúveis. Observou-se que as amostras 1 e 2 apresentaram maior índice de aprovação de compra e maiores porcentagens de respostas na categoria do ideal quanto à doçura e ao sabor de café.

Palavras-chave: teste de aceitação, superfície de resposta, mapa de preferência.

ABSTRACT

Sensory analysis is a very important field in the food industry, which contributes to many activities, such as new product development, quality control, streamlining and reducing product costs. This study was conducted with consumers in the Sensory Analysis Laboratory, Department of Food Science, Federal University of Lavras and aimed to evaluate the acceptability of dulce de leche with coffee and whey through acceptance testing for the appearance, texture, flavor and global impression, and to evaluate how ideal it was the sweetness and flavor of coffee candy. The results were analyzed through response surface, ANOVA, test of averages, histograms and preference map, correlating the global impression data with results of physical, physiochemical and sensorial attribute analyses. The response surface methodology, by itself, was not enough to find the best formulation. For ANOVA, test of averages and preference map, it was observed that the favorite dulce de leche for the consumers were those of the formulation 1 (10% whey and 1% of coffee) and 2 (30% whey and 1% coffee) followed by formulation 9 (20% whey and 1.25% coffee). The acceptance of the samples 1 and 2 was influenced, by the higher acceptability in relation to the flavor and for presenting higher pH values and L* and b*. Acceptance of sample 9 was characterized mainly by the higher hardness and gumminess and higher content of soluble solids. It was observed that the samples 1 and 2 presented higher purchase approval index and higher percentages of responses in the 'ideal' category, as to the sweetness and coffee flavor.

Keywords: acceptance test, response surface, preference mapping.

3 INTRODUÇÃO

Os métodos disponíveis para análise de qualidade em produtos lácteos envolvem testes químicos, físicos, microbiológicos e sensoriais. A melhoria da qualidade sensorial dos produtos deve ser uma meta da indústria, pois contribui para assegurar aceitação e liderança do produto no mercado.

Entre os testes sensoriais disponíveis para medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, a escala hedônica, a escala de atitude e a do ideal são as mais utilizadas. A escala do ideal é um tipo de escala que permite obter informações sobre qual seria a intensidade de determinado atributo sensorial considerado como ideal pelo consumidor. Para a análise dos dados, pode-se trabalhar com porcentagens de julgadores que responderam para cada categoria específica de cada atributo avaliado (Minim, 2006).

A escala hedônica estruturada de nove pontos é, provavelmente, o método afetivo mais utilizado, devido à confiabilidade e à validade de seus resultados, bem como sua simplicidade em ser utilizada pelos provadores (Stone & Sidel, 1993).

Para analisar os resultados dos testes com escala hedônica, existem várias metodologias estatísticas. A metodologia de superfície de resposta (RSM) é utilizada como modelo das respostas dos consumidores, gerando equações preditivas com correlações entre a resposta do consumidor e as variáveis estudadas no processo. Essas equações preditivas (modelos) podem ser utilizadas para otimizar processos e para estimar a expectativa da resposta dos consumidores para combinações de fatores não diretamente testados (Moskowitz, 1994).

Os resultados de testes afetivos são, tradicionalmente, avaliados por análise de variância univariada e teste de médias (Stone & Sidel, 1993). Outra

forma de se avaliar os resultados da escala hedônica é a análise da distribuição de frequências dos valores hedônicos obtidos por amostra, por meio de histogramas. Os histogramas tornam possível a visualização da segmentação dos valores hedônicos de cada amostra, revelando o nível de aceitação e rejeição da mesma e permitindo a comparação dos desempenhos de duas ou mais amostras que participaram do estudo (Behrens et al., 1999).

Com a finalidade de analisar os dados afetivos, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor e não somente a média do grupo de consumidores que testaram os produtos, foi desenvolvida a técnica intitulada mapa de preferência (Marketo et al., 1994).

A técnica de mapa de preferência utiliza análise estatística multivariada para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos, identificando o indivíduo e suas preferências. Os mapas podem ser divididos em duas categorias: interno, utilizado quando se realiza a análise apenas sobre o conjunto de dados de aceitação/preferência gerados a partir de testes afetivos, e externo, quando se incluem também na análise as medidas descritivas geradas por uma equipe de julgadores treinados e/ou resultados físicos e químicos, relacionando-as com dados de aceitação (Reis et al., 2006).

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a aceitação de doce de leite com café e soro, por meio de teste de aceitação, em relação à aparência, textura, sabor e impressão global, além de avaliar a intenção de compra e o quão ideal encontravam-se a doçura e sabor de café do produto, utilizando diferentes metodologias de análise de dados afetivos, como a análise de variância (ANAVA), teste de Tukey, histogramas de frequência, superfície de resposta e mapa de preferência externo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Processamento dos doces

Para a fabricação dos doces, utilizaram-se: leite integral pasteurizado de mesmo lote, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, amido de milho, citrato de sódio, café solúvel e soro de queijo, proveniente da fabricação do queijo minas frescal. Os doces foram elaborados seguindo uma tecnologia diferente da tradicional sugerida por Martins & Lopes (1981) para a fabricação de doce de leite. As principais modificações foram substituição parcial de leite por soro de queijo e adição de café solúvel. A formulação utilizada para a fabricação dos doces foi baseada na formulação sugerida por Perrone et al. (2006). No fluxograma (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

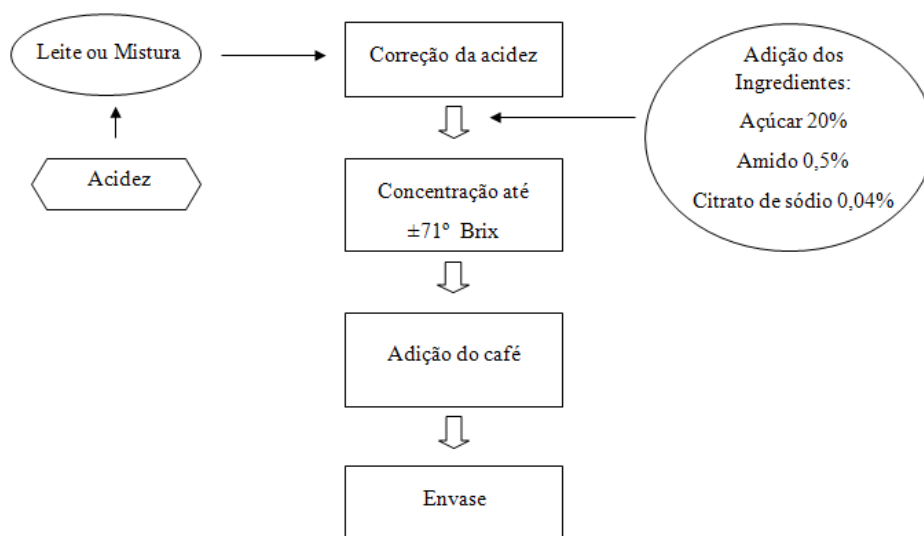


FIGURA 1 Etapas da fabricação dos doces.

O soro utilizado para a fabricação dos doces foi obtido a partir da fabricação de queijo minas frescal. Para a fabricação do queijo, foram utilizados: leite integral pasteurizado, cloreto de cálcio e coalho (renina). Após a coagulação do leite, o queijo (caseína) foi separado do soro. O soro foi filtrado em peneira, para a completa separação da caseína, posteriormente foi embalado em sacos plásticos de polietileno e armazenado sob refrigeração para ser utilizado na fabricação dos doces.

Antes de se iniciar a fabricação dos doces, o leite e o soro foram analisados, quanto à acidez, utilizando-se o método da titulação com solução Dornic, conforme metodologia sugerida por Pereira et al. (2000). Após a realização da análise, fez-se o cálculo para a redução da acidez do leite e do soro para 10° Dornic e 8° Dornic, respectivamente, conforme fórmula empregada por Martins & Lopes (1981). Para isso, utilizou-se bicarbonato de sódio.

O equipamento empregado para a fabricação dos doces consistiu de um tacho aberto com capacidade de trabalho de 20 litros de leite. A mistura (leite + soro) foi colocada no equipamento e, após o aquecimento, adicionaram-se o açúcar, o citrato de sódio e o amido.

O citrato de sódio pode ser empregado na fabricação do doce de leite como estabilizante, na quantidade necessária para as boas práticas de fabricação (Brasil, 1997).

O amido é utilizado como espessante de processo e pode acarretar ganho em rendimento, diminuição do aparecimento de cristais perceptíveis ao paladar, podendo, ainda, ser utilizado como agente de corpo para facilitar a evaporação (Perrone, 2007), em uma proporção não superior a 0,5g/100 mL no leite (Brasil, 1997).

As diferentes formulações dos doces permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis de $\pm 71^\circ$ Brix. Esse teor de sólidos solúveis foi determinado a partir de testes preliminares realizados. Atingido o ponto final,

adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água). As concentrações de café, assim como, as concentrações de açúcar, citrato de sódio e amido foram adicionadas em relação à quantidade de mistura (leite + soro). Após a adição do café, os doces foram envasados em potes de vidro, tendo o enchimento sido feito a quente. Os doces foram resfriados em bandeja contendo água fria e, então, armazenados em caixas de papelão para a realização das análises.

4.2 Delineamento experimental

Foi utilizado um planejamento fatorial do tipo composto central rotacional para analisar a influência das variáveis do processo na variável resposta. Os experimentos foram realizados conforme planejamento experimental fatorial completo 2^2 (nível ± 1) com adição de pontos centrais (nível 0) e pontos axiais (níveis $\pm 1,41$). Os pontos axiais ($\pm\alpha$) são utilizados para a ampliação do modelo linear, tornando-o quadrático. O valor de α é função do número de variáveis independentes (k), sendo definido pela Equação 1 (Barros Neto et al., 1995).

$$\alpha = (2^k)^{1/4} \quad \text{Equação (1)}$$

Como são duas variáveis independentes, o valor de α é 1,41.

Na Tabela 1 estão apresentados os níveis codificados e reais dos fatores estudados (x_1 : % de substituição de leite por soro e x_2 : % de adição de café). Foram realizados onze ensaios, sendo quatro fatoriais (combinações entre níveis ± 1), três centrais (três variáveis no nível 0) e quatro axiais (uma variável no nível $\pm 1,41$ e uma no nível 0).

TABELA 1 Planejamento fatorial completo composto central (2^2), com 2 variáveis independentes, 3 repetições no ponto central (c) e 4 pontos axiais dos doces.

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	x_1	x_2	$X_1(\%)$	$X_2(\%)$
1	-1	-1	10	1
2	+1	-1	30	1
3	-1	+1	10	1,5
4	+1	+1	30	1,5
5	-1,41	0	5,9	1,25
6	+1,41	0	34,4	1,25
7	0	-1,41	20	0,9
8	0	+1,41	20	1,60
9	0	0	20	1,25
10	0	0	20	1,25
11	0	0	20	1,25

x_1 = porcentagem de substituição de leite por soro de queijo

x_2 = porcentagem de adição de café

As faixas de variação entre os limites inferior e superior de cada variável independente foram estabelecidos a partir de dados da literatura e de testes preliminares realizados.

4.3 Avaliação sensorial

A análise foi realizada por 60 consumidores de doce de leite e café, de idades variadas, dentre eles estudantes, professores e funcionários da Universidade Federal de Lavras. Foram oferecidos, aproximadamente, 10g de cada formulação de doce em copos descartáveis codificados com números de três dígitos. As amostras foram apresentadas de forma balanceada, segundo Wakeling & McFie (1995), em duas sessões. Na primeira sessão, apresentaram-se seis amostras e, na segunda, as outras cinco. Foram fornecidos biscoitos “água e sal” e água para limpeza do palato entre a avaliação das amostras. O

teste foi realizado, no período da tarde, no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Lavras, empregando-se cabines individuais e luz branca.

Escalas hedônicas estruturadas de nove pontos, cujos extremos correspondem a desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9) foram utilizados no teste de aceitação dos doces para a avaliação dos atributos aparência, sabor, textura e impressão global, conforme Stone & Sidel (1993) (Figura 2).

Avaliou-se a intenção de compra do produto mediante escala estruturada de cinco pontos, cujos extremos correspondem a certamente não compraria (1) e certamente compraria (5), conforme Stone & Sidel (1993) (Figura 2).

NOME: _____ IDADE: _____ DATA: / /					
Por favor, avalie as amostras e indique o quanto que gostou ou desgostou da aparência, textura, sabor e impressão global do produto. Avalie também a intenção de compra.					
Número Amostra	Aparência	Textura	Sabor	Impressão global	
					9-Gostei extremamente
					8-Gostei muito
					7-Gostei moderadamente
					6-Gostei ligeiramente
					5-Indiferente
					4-Desgostei ligeiramente
					3-Desgostei moderadamente
					2-Desgostei muito
					1-Desgostei extremamente
Número da Amostra	Intenção de compra				
					5-Certamente compraria
					4-Possivelmente compraria
					3-Talvez comprasse/talvez não comprasse
					2-Possivelmente não compraria
					1-Certamente não compraria

FIGURA 2 Modelo da ficha utilizada para o teste de aceitação e intenção de compra dos doces.

Utilizou-se também o teste com a escala do ideal, segundo Minim (2006), para avaliação do qual ideal encontravam-se os atributos doçura e sabor de café (Figura3). Utilizou-se a escala estruturada mista de sete pontos em que, (+3) representava doçura ou sabor de café muito mais forte que o ideal; (0) ideal; (-3), doçura ou sabor de café muito menos forte que o ideal.

1 Indique na escala abaixo o QUÃO IDEAL encontra-se a DOÇURA das amostras															
+3- muito mais doce que o ideal	<table border="1"><thead><tr><th>Número da Amostra</th><th>Nota</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Número da Amostra	Nota												
Número da Amostra	Nota														
+2- moderadamente mais doce que o ideal															
+1- ligeiramente mais doce que o ideal															
0- ideal															
-1- ligeiramente menos doce que o ideal															
-2- moderadamente menos doce que o ideal															
-3- muito menos doce que o ideal															
2 Indique na escala abaixo o QUÃO IDEAL encontra-se o SABOR DE CAFÉ das amostras															
+3- muito mais forte que o ideal	<table border="1"><thead><tr><th>Número da Amostra</th><th>Nota</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Número da Amostra	Nota												
Número da Amostra	Nota														
+2- moderadamente mais forte que o ideal															
+1- ligeiramente mais forte que o ideal															
0- ideal															
-1- ligeiramente menos forte que o ideal															
-2- moderadamente menos forte que o ideal															
-3- muito menos forte que o ideal															

FIGURA 3 Modelo da ficha utilizada para o teste do ideal para a análise dos atributos doçura e sabor de café dos doces.

4.4 Análise dos resultados

4.4.1 Análise por Superfície de Resposta

Para verificar os efeitos das variáveis independentes (porcentagem de substituição de soro por leite e porcentagem de adição de café) e de suas interações sobre as respostas avaliadas (aparência, sabor, textura e impressão global), realizou-se um teste t para assegurar a validade desses efeitos dentro de

um nível de significância estabelecido (p). O processamento dos dados foi realizado com o programa Statistic for Windows 5.0 (Statistical Analysis and Data Mining Software, STATSOFT, 1995).

4.4.2 Análise por ANOVA e teste de médias

Os dados referentes à aceitação das amostras foram avaliados por análise de variância (ANOVA), seguida de teste de médias (Tukey, $p \leq 0,05$). Para isso, obteve-se a média dos escores de aceitação das três repetições (ensaios 9, 10 e 11) no ponto central, visto que estes apresentam a mesma formulação e não há necessidade de compararmos a média de mesmos tratamentos. Esse procedimento (cálculo da média) foi realizado para todas as análises citadas a seguir. As análises de variância e o teste de médias foram realizados no software Sisvar (Ferreira, 2000).

4.4.3. Análise por meio de histograma de frequência

Com base nos resultados do teste com escala do ideal (escala estruturada mista de sete pontos e intenção de compra (escala estruturada de cinco pontos), foram construídos histogramas de frequência. Para a construção dos histogramas, trabalhou-se com as porcentagens de julgamentos de cada categoria (nota) específica, de acordo com as escalas utilizadas.

4.4.4 Análise por meio de mapa de preferência

Com a finalidade de analisar os dados de aceitação, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor e não somente a média do grupo e correlacionar com os dados de análises sensoriais (aparência, sabor, textura), físicas (cor e textura instrumental) e físico-químicas (sólidos solúveis, pH e acidez titulável), os dados de aceitação foram, também, analisados pela

metodologia do mapa de preferência externo (MPE) vetorial (Schlich, 1995), utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2007).

Para a realização das análises físicas e físico-químicas, utilizaram-se as seguintes metodologias:

- **análise de cor** – os valores L^* , a^* e b^* foram determinados em colorímetro Minolta CR 400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando-se os padrões CIElab, em que: L^* : mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto; a^* : mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); b^* : mede a intensidade de amarelo (+), e azul (-).;

- **avaliação de perfil de textura (TPA) instrumental** – a análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA), foi realizada utilizando-se o texturômetro *Stable Micro Systems*, modelo TA.XT2i. Obtiveram-se os valores dos seguintes parâmetros, descritos por Szczesniak (1963): dureza, força necessária para produzir uma deformação na amostra; coesividade, extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura; elasticidade, velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força; adesividade, energia necessária para superar as forças atrativas entre superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o alimento está em contato e gomosidade, energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição; as amostras foram avaliadas em triplicatas, no próprio pote de vidro (capacidade de 250g) no qual se encontravam envasadas. Para os testes, adotaram-se os seguintes parâmetros: velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade teste: 1,0 mm/s; velocidade pós-teste: 2,0 mm/s; distância: 10,0 mm; tempo: 0,5 s; força de contato: 5,0 g; probe: cilindro acrílico de 20,0 mm (P20);

- **sólidos solúveis** – a concentração de sólidos solúveis foi determinada por meio de leitura refratométrica a 20°C, conforme Instituto Adolfo Lutz - IAL (1985);

- **pH** – foi determinado utilizando-se o método eletroanalítico (potenciométrico) em peagâmetro Tecnal^R Tec 3MP, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (1985);

- **acidez** - foi determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio(NaOH) 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína, sendo o resultado expresso em porcentagem de compostos com caráter ácido, como o ácido láctico, conforme metodologia proposta por Pereira et al. (2000).

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Superfície de resposta

Na análise estatística utilizando metodologia de superfície de resposta, os fatores estudados, porcentagem de substituição de leite por soro de queijo e porcentagem de adição de café e as interações soro de queijo x café, não influenciaram significativamente ($p \geq 0,05$) a aceitação dos atributos sensoriais (aparência, sabor, textura e impressão global) avaliados pelos consumidores (Tabela 3).

TABELA 3 Efeito estimado, erro puro, coeficiente t e significância estatística de cada fator para os atributos sensoriais de aparência, sabor, textura e impressão global.

Atributos sensoriais	Fator	Efeito	Erro puro	P	t
Aparência	Média	7,82	0,17	0,00**	47,30
	Soro (L)	0,11	0,20	0,62	0,52
	Soro (Q)	-0,27	0,24	0,31	-1,12
	Café (L)	-0,13	0,20	0,56	-0,63
	Café (Q)	-0,38	0,24	0,18	-1,58
	SoroxCafé	0,045	0,29	0,88	0,16
Sabor	Média	7,38	0,16	0,00**	45,43
	Soro (L)	0,06	0,20	0,78	0,29
	Soro (Q)	-0,10	0,24	0,68	-0,43
	Café (L)	-0,45	0,20	0,07	-2,28
	Café (Q)	-0,09	0,24	0,70	-0,41
	SoroxCafé	0,14	0,28	0,64	0,50
Textura	Média	7,62	0,31	0,00**	24,76
	Soro (L)	0,18	0,38	0,66	0,47
	Soro (Q)	-0,40	0,45	0,41	-0,90
	Café (L)	-0,16	0,38	0,69	-0,43
	Café (Q)	-0,26	0,45	0,58	-0,60
	SoroxCafé	0,41	0,53	0,48	0,77
Impressão global	Média	7,55	0,22	0,00**	33,90
	Soro (L)	0,09	0,27	0,76	0,32
	Soro (Q)	-0,27	0,33	0,44	-0,84
	Café (L)	-0,21	0,27	0,47	-0,78
	Café (Q)	-0,13	0,33	0,70	-0,41
	SoroxCafé	0,01	0,39	0,99	0,01

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística;

**significativo, a $p \leq 0,01$;

Portanto, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo matemático para as variáveis aparência, sabor, textura e impressão global e nem gerar uma superfície para estas variáveis. Dessa forma, analisaram-

se os dados de aceitação da aparência, sabor, textura e impressão global também por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey e, com os dados do teste com escala do ideal e intenção de compra, analisaram-se os resultados por meio de histograma de frequência.

5.2 ANOVA e teste de médias

A análise de variância mostrou haver diferença significativa ($p \leq 0,05$) na aceitação das amostras em relação a sabor, textura, aparência e impressão global dos doces.

As médias das notas de aceitação atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais de aparência, sabor, textura e impressão global, encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 Médias das notas* atribuídas pelos provadores para aparência, sabor, textura e impressão global.

Ensaio	Análises			
	Aparência	Textura	Sabor	Impressão Global
1	7,73ab	7,88a	7,82a	7,73a
2	7,77ab	7,68a	7,67a	7,82a
3	7,50bcd	7,10b	7,02e	7,28b
4	7,63abc	7,72a	7,15cde	7,38b
5	7,30cd	6,80c	7,05de	7,02d
6	7,48bcd	7,00bc	7,23bcd	7,13cd
7	7,33cd	7,03bc	7,32bc	7,20bcd
8	7,23d	7,07bc	6,97e	7,23bc
9	7,93a	7,75a	7,42b	7,65a
CV (%)	9,14	6,55	4,97	5,00

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey; CV% = coeficiente de variação; *(1-desgostei extremamente a 9-gostei extremamente).

De modo geral, as notas médias das amostras situaram-se na escala hedônica entre 7 e 8 (região da categoria gostei moderadamente e gostei muito, respectivamente).

Em relação ao atributo aparência, a amostra 9 que obteve a maior média (7,93), foi considerada estatisticamente semelhante às amostras 1, 2 e 4.

Quanto à textura, as amostras 1, 2, 4 e 9 não apresentaram diferença significativa entre si, portanto, diferiram de todas as demais amostras, apresentando maiores valores médios de aceitação.

Em relação ao atributo sabor, as amostras 1 e 2, cujas médias de aceitação foram 7,82 e 7,67, respectivamente, não apresentaram diferença significativa entre si, porém, destacaram-se significativamente ($p \leq 0,05$) de todas às demais.

Os valores médios de impressão global elegeram as amostras 1, 2 e 9, como as melhores, com notas de 7,73; 7,82 e 7,65, respectivamente.

Observou-se que as amostras 1 e 2 se destacaram em todos os atributos sensoriais (aparência, textura, sabor e impressão global).

5.3 Histograma de frequência

Para a análise dos dados obtidos da escala do ideal e intenção de compra construíram-se histogramas de frequência.

O histograma de distribuição de frequência das notas do teste do ideal atribuídas para a doçura dos doces é mostrado na Figura 4.

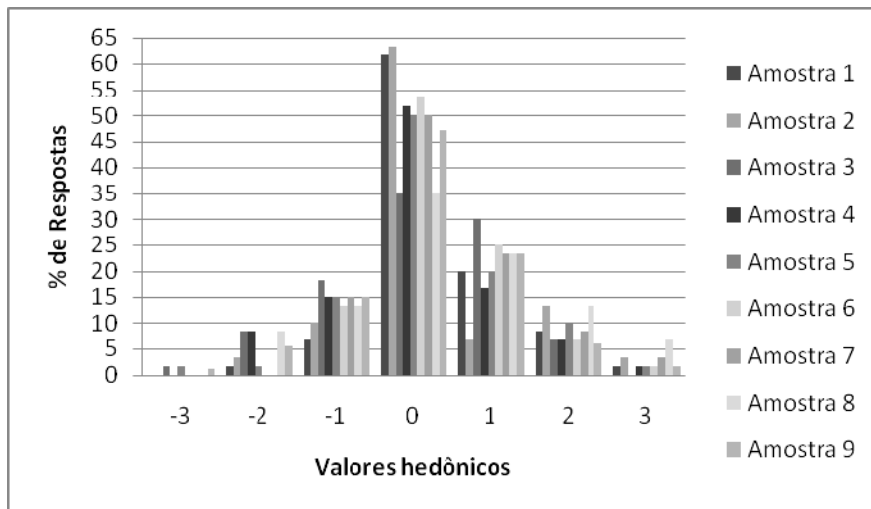


FIGURA 4 Histograma de distribuição de notas recebidas pelas amostras em relação à doçura das amostras (-3 = muito menos doce que o ideal; 0 = ideal; +3 = muito mais doce que o ideal).

Pode-se observar que a doçura foi considerada ideal para a maioria dos doces elaborados, já que apresentaram maiores frequências de respostas na nota 0 (ideal). A amostra 8 foi a que recebeu menor número de julgamentos na categoria 0 (ideal) e maior número de julgamentos entre 1 (ligeiramente mais doce que o ideal) e 3 (muito mais doce que o ideal), em relação às demais amostras, indicando doçura acima do ideal. A amostra 2 recebeu a maior porcentagem (63%) de respostas na categoria 0 (ideal), seguida da amostra 1 (62%) (Figura 4). Esses resultados corroboram os resultados obtidos no teste de aceitação, no qual se observa aceitação significativamente maior das amostras 1 e 2, nos atributos avaliados.

O histograma de distribuição de frequência das notas do teste do ideal atribuídas para o sabor de café dos doces encontra-se na Figura 5.

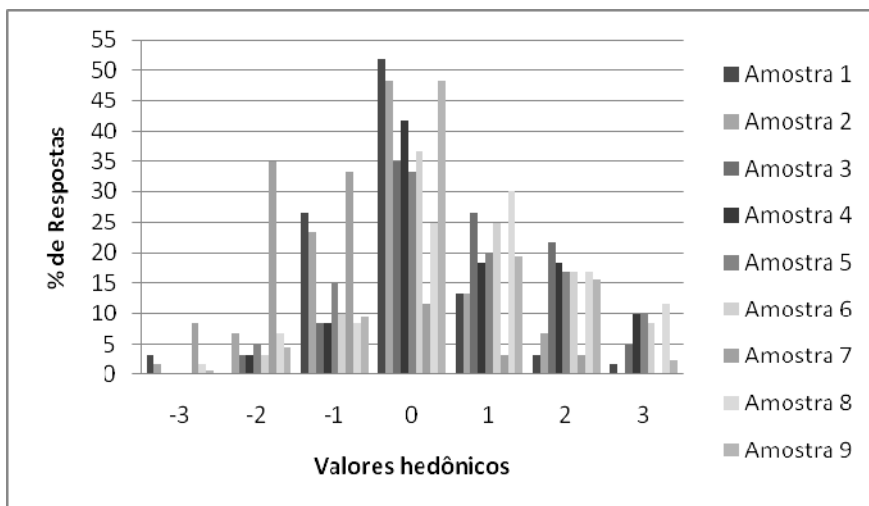


FIGURA 5 Histograma de distribuição de notas recebidas pelas amostras em relação ao sabor de café. (-3 = muito menos forte que o ideal, 0 = ideal, +3 = muito mais forte que o ideal).

A maioria dos tratamentos recebeu maior frequência de respostas na categoria 0 (ideal), indicando sabor de café ideal. A amostra 1 recebeu a maior porcentagem (52%) de respostas na categoria 0 (ideal), seguida da amostra 2 (48%) e da amostra 9 (48%) (Figura 5). Entretanto, a amostra que recebeu a menor porcentagem de respostas na categoria 0 (ideal) e maior número de respostas entre 1 (ligeiramente mais forte que o ideal) e 3 (muito mais forte que o ideal), foi a amostra 8, sendo essa a amostra que apresentava a maior concentração de café estabelecida. Pode-se observar que os provadores conseguiram identificar essa maior concentração.

A amostra 8 foi a que recebeu a menor média em relação ao atributo sabor. Isso pode ser explicado em função da escala do ideal, já que a amostra apresentou o menor número de julgamentos considerados como ideais (0) e maior número de julgamentos entre 1 e 3, tanto para o atributo doçura quanto

para o atributo sabor de café, indicando doçura acima do ideal e sabor de café mais forte que o ideal.

Na Figura 6 estão expressos os resultados de intenção de compra obtidos durante o teste sensorial das amostras de doce.

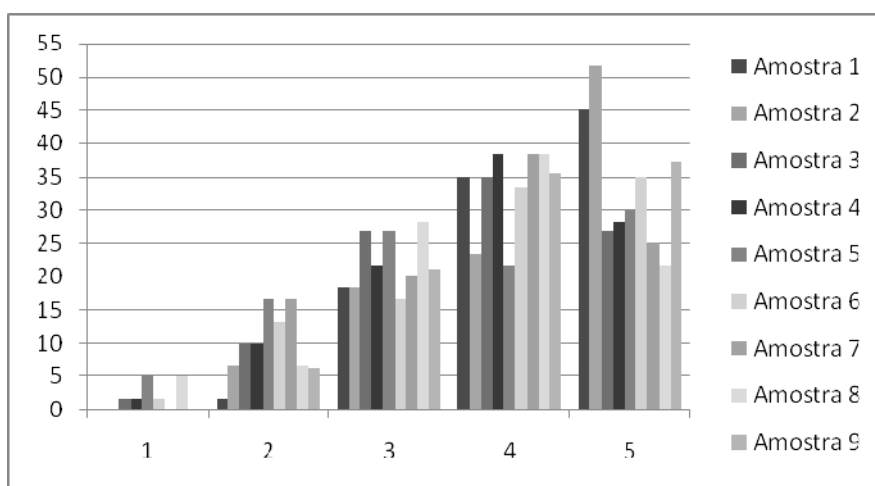


FIGURA 6 Histograma de distribuição de notas recebidas pelas amostras em relação à intenção de compra (1 = certamente não compraria, 5 = certamente compraria).

A amostra 1 apresentou o maior índice de aprovação de compra, já que 80% dos provadores certamente comprariam ou, possivelmente, comprariam o produto. A amostra 2 apresentou 75% de aprovação de compra, seguida da amostra 9, com 73%. Esses resultados corroboram os resultados do teste de aceitação. A amostra 5 apresentou o menor índice de aprovação, tendo 52% dos provadores afirmado que certamente comprariam ou possivelmente comprariam essa amostra. Pode-se verificar que mesmo a amostra que obteve a menor porcentagem de compra apresentou um índice maior que 50% de aprovação de

compra, mostrando que os doces foram bem aceitos e que, se disponíveis no mercado, possivelmente seriam comprados.

Observa-se que as amostras 1 e 2, além de se destacarem em todos os atributos sensoriais de sabor, textura, aparência e impressão global, foram as que apresentaram maior índice de aprovação de compra e apresentaram também as maiores porcentagens de respostas na escala do ideal quanto à doçura e ao sabor de café. Ressalta-se que as amostras 1 e 2 não apresentaram diferença, a 5% de significância, em relação à aceitação da aparência, textura, sabor e impressão global. Portanto, percebe-se que a concentração de soro não influenciou na aceitação das amostras, pois essas amostras apresentavam 10% e 30% de soro, respectivamente e 1% de café. Nota-se também que os doces com baixas concentrações de café foram mais aceitos, independente da concentração de soro.

As amostras que apresentaram as menores médias de aceitação foram as amostras 5 e 8. A amostra 5 apresentou a menor concentração de soro (5,9%) e a amostra 8, a maior concentração de café (1,6%). Percebe-se, portanto, que os provadores preferiram os doces com maiores concentrações de soro e menores concentrações de café.

Machado (2005), estudando a aceitação de doce de leite com a adição de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado, relatou que quanto maior a porcentagem de soro de queijo, independente da porcentagem de amido e do tempo de armazenamento, melhores foram a aparência, a intenção de compra, a cor, a consistência e a avaliação do modo geral dos doces de leite.

Dias et al. (2008), avaliando a aceitação de doce de leite produzido com adição de soro de leite, observaram que o doce produzido sem adição de soro e o doce de leite produzido com adição de 20% de soro em substituição ao leite

integral apresentaram praticamente os mesmos resultados na preferência dos provadores.

5.4 Mapa de preferência

Além da análise dos dados por meio de otimização (superfície de resposta), ANOVA e teste de médias, no intuito de avaliar a aceitação da impressão global das amostras levando em consideração a avaliação individual de cada provador e, ainda, correlacionar esta preferência (aceitação) com os dados de aceitação de aparência, textura, sabor e dados de análises físicas e físico-químicas, realizou-se a análise multivariada denominada mapa de preferência externo.

A análise dos dados por meio de análise multivariada gerou um mapa de preferência com base nos dados de aspecto global (Figura 7) e, ainda, o círculo de correlação (Figura 8), que mostra a correlação dos dados de impressão global com os resultados sensoriais (aparência, sabor e textura), físicos (cor e textura instrumentais) e físico-químicos (sólidos solúveis, pH e acidez).

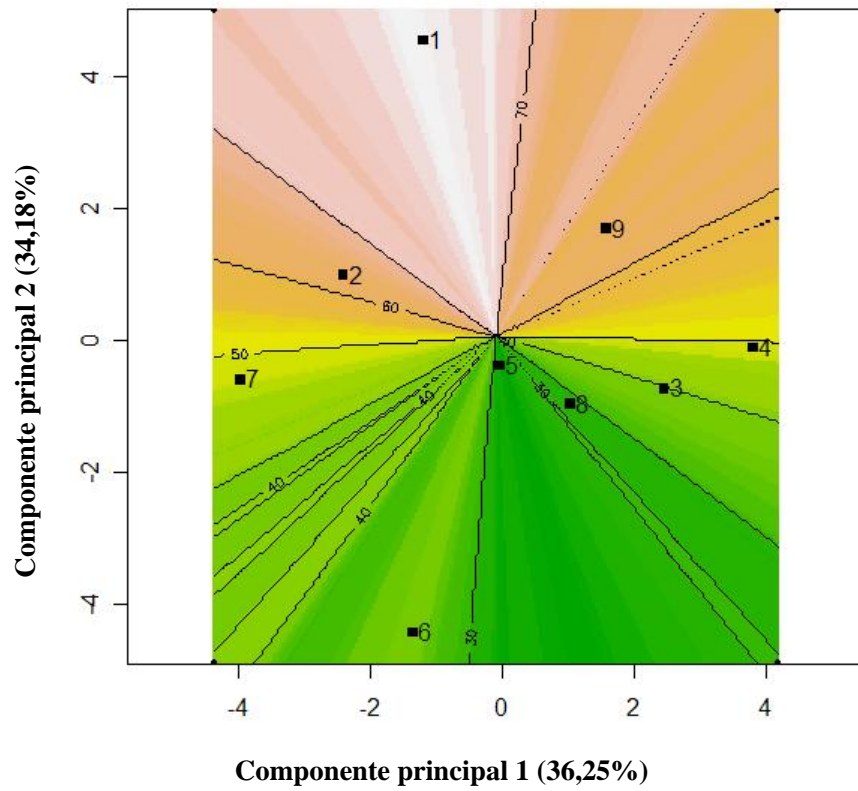


FIGURA 7 Mapa de preferência da impressão global das 9 amostras de doce.*Amostra 9: média dos valores de aceitação obtidos pelas amostras 9, 10 e 11.

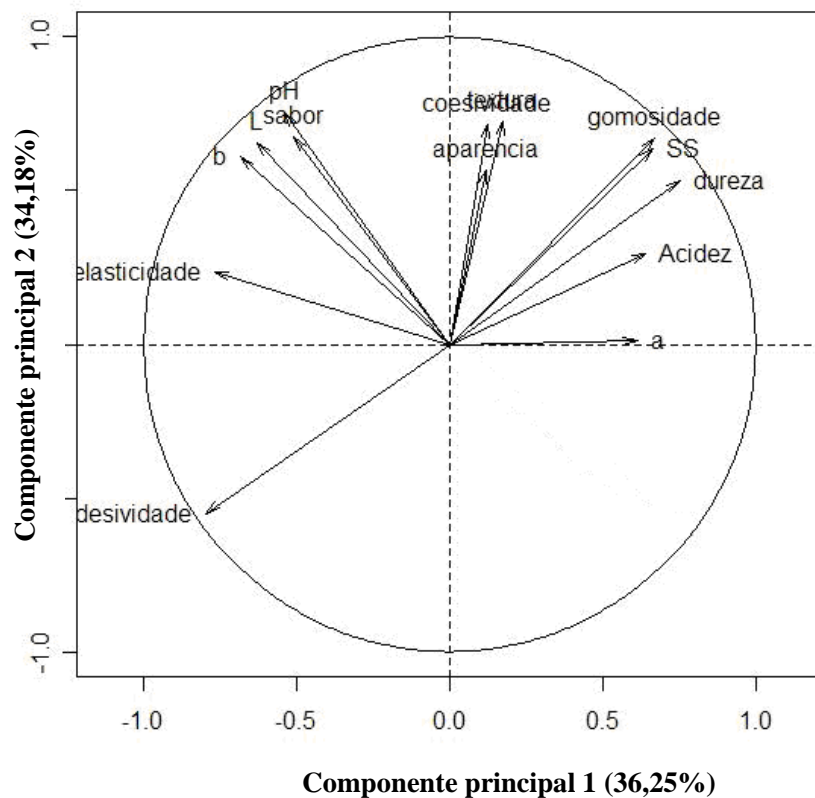


FIGURA 8 Círculo de correlação dos dados de impressão global com os resultados sensoriais, físicos e físico-químicos. *Amostra 9: média dos valores de aceitação obtidos pelas amostras 9, 10 e 11.

O mapa gerado neste estudo explica 70,43% da variabilidade em seus dois primeiros componentes.

A separação espacial das amostras plotada sobre o mapa de preferência (Figura 7) mostrou que as amostras 1 e 2 foram as preferidas em relação à impressão global, uma vez que se encontram na região de preferência em que

cerca de 60% a 70% dos provadores consideram que elas apresentaram escores de aceitação acima da média geral (7,4).

Observa-se, na Figura 7, que as amostras 5 e 8 foram as que tiveram menor porcentagem de aceitação em relação à impressão global, uma vez que se encontram na região de preferência em que cerca de 30% dos provadores consideram que elas apresentaram escores de aceitação acima da média geral (7,4).

Dessa forma, menor densidade de consumidores encontra-se envolvendo as amostras 5 e 8, indicando menor preferência dos consumidores por elas. Esses resultados estão de acordo com os resultados encontrados no teste de médias, visto que as amostras que apresentaram as menores médias de impressão global foram a 5 e a 8.

Com base no mapa de preferência (MP), em relação à aceitação (Figura 7), observou-se maior densidade de consumidores envolvendo as amostra 1 e 2, seguida da amostra 9, indicando preferência dos consumidores em relação a estas, quanto à impressão global. Esses resultados corroboram os resultados obtidos no teste de médias, em relação ao atributo impressão global, visto que as amostras 1, 2 e 9 se destacaram nesse parâmetro, obtendo as maiores médias.

Foi ajustado um mapa de preferência externo (MPE) vetorial (Figura 8) aos dados de aceitação em relação à impressão global (Figura 7), correlacionando-os às variáveis sensoriais (aparência, sabor, textura), físicas (cor e textura instrumentais) e físico-químicas (sólidos solúveis, pH e acidez).

Verifica-se, na Figura 8, que os 70,43% da variabilidade entre as amostras, explicada pelo primeiro e o segundo componente principal, foram devidos, principalmente, às variáveis: dureza, sólidos solúveis, gomosidade, aceitação em relação ao sabor, pH, valor L*, valor b* e adesividade, que apresentaram vetores com maiores projeções tanto no primeiro quanto no segundo componente principal.

O círculo de correlação (Figura 8) indicou que a impressão global das amostras 1 e 2 foi influenciada, principalmente, pela maior aceitabilidade em relação ao sabor e por apresentar maiores valores de pH, valor L* e b*. A aceitação da amostra 9 foi caracterizada, principalmente, pela maior dureza e gomosidade e maiores teores de sólidos solúveis. No caso das amostras 5 e 8, percebe-se que nenhum dos atributos sensoriais ou variáveis analisadas influenciou na aceitabilidade dessas amostras, sendo, por isso, de menor desempenho.

Vetores próximos uns dos outros indicam descritores que possivelmente apresentam alta correlação entre si. Assim, analisando a Figura 8, é possível sugerir correlação positiva entre gomosidade e sólidos solúveis, textura e coesividade e correlação negativa entre dureza e adesividade.

Estes resultados do MPE (análise multivariada) concordam com os obtidos pela análise de variância (análise univariada) e pelo teste de média, nos quais as amostras 1 e 2, seguidas da 9, apresentaram, em conjunto, maiores valores de aceitação.

6 CONCLUSÕES

A metodologia de superfície de resposta, por si só, não foi suficiente para encontrar a melhor fórmula para a elaboração do doce de café com leite. Pelo teste de médias e o mapa de preferência, observou-se que os doces preferidos pelos consumidores foram as amostras 1 (10% de soro e 1% de café), 2 (30% de soro e 1% de café) e 9 (20% de soro e 1,25% de café) e as que apresentaram menor aceitação foram a 5 (5,9% de soro e 1,25% de café) e a 8 (20% de soro e 1,6% de café).

Conclui-se que o fator determinante na escolha dos doces foi a concentração de café, visto que os consumidores preferiram as amostras em que ela era baixa, independente da concentração de soro.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1995. 299 p.
- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 19, n. 2, p. 214-220, maio/ago. 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria nº 354**, de 4 de setembro de 1997. Estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverá cumprir o Doce de leite destinado ao consumo humano. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2008.
- DIAS, C. A.; CORRENTE, L. A.; DIAS, C. A. Análise sensorial de doce de leite produzido com adição de soro de leite. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 6., 2008, Paraná. **Anais...** Paraná: UTFPR, 2008. 6 p.
- FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio do SISVAR para Windows**, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.
- MACHADO, L. M. P. **Uso do soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 170 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARKETO, C. G.; COOPER, T.; PETTY, M. F.; SCRIVEN, F. M. The reliability of mdpref to show individual preference. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 9, n. 3, p. 337-359, Sept. 1994.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. **Doce de leite**: aspectos da tecnologia de fabricação. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 1-37. (Instruções técnicas, 18).

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

MOSKOWITZ, H. R. Product optimization approaches and applications. In: MAC FIE, H. J. H.; THOMPSON, D. M. H. **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994. Chap. 4, p. 97-136.

PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRS, L. L.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; SILVA, P. H. F. da. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2. ed. Juiz de Fora: Oficina de Impressão, 2000. 190 p.

PERRONE, I. T.; FERRUA, F. Q.; ABREU, L. R. Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 01-04, jul./ago. 2006.

PERRONE, I. T. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 354, p. 43-49, jan./fev. 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2007. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

SCHLICH, P. Preference mapping: relating consumer preferences to sensory or instrumental measurements. In: ETIEVANT, P. SHREIER, P. **Bioflavour 95**: analysis/precursor studies/biotechnology. 2. ed. Orlando: Flórida Academic, 1995. 338 p.

STATISTICAL ANALYSIS AND DATA MINING SOFTWARE. **Statistica for Windows**: versão 5.0. Tulsa, 1995. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 20 ago. 2009.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic, 1993. 308 p.

SZCZESNIAK, A. Classification on texture characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, July 1963.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first And higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Análise de variância para o atributo aparência.....	95
TABELA 2A Análise de variância para o atributo impressão global.....	95
TABELA 3A Análise de variância para o atributo sabor.....	95
TABELA 4A Análise de variância para o atributo textura.....	96

ANEXO A

TABELA 1A Análise de variância para o atributo aparência.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	27,06	3,38	7,11	0,00
Prorador	59	688,29	11,67	24,53	0,00
Erro	472	224,50	0,48		
Total	539	939,84			

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; Fc = F calculado; Pr = probabilidade

TABELA 2A Análise de variância para o atributo impressão global.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	38,66	4,83	35,52	0,00
Prorador	59	828,76	14,05	103,24	0,00
Erro	472	64,22	0,14		
Total	539	931,65			

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; Fc = F calculado; Pr = probabilidade

TABELA 3A Análise de variância para o atributo sabor.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	41,74	5,22	39,69	0,00
Prorador	59	1041,99	17,66	134,36	0,00
Erro	472	62,04	0,13		
Total	539	1145,77			

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; Fc = F calculado; Pr = probabilidade

TABELA 4A Análise de variância para o atributo textura.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	81,39	10,17	44,04	0,00
Prorador	59	1004,21	17,02	73,67	0,00
Erro	472	109,05	0,23		
Total	539	1194,66			

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; Fc = F calculado; Pr = probabilidade