



LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA ROCHA

**UTILIZAÇÃO DE SORO LÁCTEO, GOMA
XANTANA E AMIDO MODIFICADO NA
ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE
COM CAFÉ**

LAVRAS – MG

2013

LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA ROCHA

**UTILIZAÇÃO DE SORO LÁCTEO, GOMA XANTANA E AMIDO
MODIFICADO NA ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Carlos José Pimenta

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Rocha, Larissa de Oliveira Ferreira.

Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na
elaboração de doce de leite com café / Larissa de Oliveira Ferreira
Rocha. – Lavras : UFLA, 2013.

204 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Novo produto. 2. Armazenamento. 3. Vida de prateleira. 4.
Avaliação financeira. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.153

LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA ROCHA

**UTILIZAÇÃO DE SORO LÁCTEO, GOMA XANTANA E AMIDO
MODIFICADO NA ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM CAFÉ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 21 de janeiro de 2013

Dr. Luiz Ronaldo de Abreu

UFLA

Dra. Sandra Maria Pinto

UFLA

Dr. Fernando Antônio Resplande Magalhães

EPAMIG/ILCT

Dra. Ellem Waleska Nascimento da Fonseca Contado

UFLA

Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

LAVRAS – MG

2013

A minha família, pelo apoio.

Em especial, a Átila Xavier Rocha pela gratidão por tudo que tem feito por nós.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela contribuição para 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, que foi o responsável pela minha iniciação à pesquisa. Agradeço pela oportunidade e confiança.

Aos professores Sandra Maria Pinto e ao Luiz Ronaldo de Abreu, sempre muito prestativos, todas as vezes que precisei, eles não hesitaram em me ajudar.

Ao Fernando Antônio Resplande Magalhães pela disponibilidade de vir e contribuir com o trabalho.

À Ellem Contado, que mesmo estando de licença maternidade, prontamente aceitou o convite em participar da banca de defesa.

Ao Professor Alexandre Peres pela contribuição no capítulo de viabilidade econômica.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos que de alguma forma contribuíram para o trabalho.

Às laboradoras Constantina, Flávia, Creusa e Cidinha, pelo apoio técnico.

Aos amigos Patrícia, Thaís, Gabriela, Roseane, Luciana, Monalisa, Danúbia, Jaciara, Heloisa pela amizade, por toda ajuda e apoio.

Aos meus colegas de curso, pela convivência.

A todos que participaram da análise sensorial.

A toda a minha família, pelo apoio e incentivo.

Ao meu esposo Átila Xavier Rocha pelo incentivo, compreensão e
companheirismo.

RESUMO

A utilização do soro lácteo na fabricação de doce de leite 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. Entretanto, poucos são os estudos a esse respeito. Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a vida de prateleira de um novo produto (doce de leite com café e soro lácteo), utilizando amido modificado e goma xantana para o controle da cristalização, verificar o efeito do tempo nas características de qualidade e avaliar a viabilidade econômica de sua produção. Os resultados para ambos os doces, indicaram boa aceitação ao longo de seis meses de armazenamento, da mesma forma foi verificada estabilidade microbiológica e não houve formação de cristais de lactose até 180 dias de armazenamento do doce com amido e até 150 dias de armazenamento do doce com goma. Observou-se que o tempo exerceu efeito significativo em algumas variáveis analisadas, no entanto, essas alterações não provocaram diferenças nas características de qualidade do doce. Assim, foi possível estabelecer a vida de prateleira em 180 dias de armazenamento para o doce com amido e 150 dias de armazenamento para o doce com goma. Em relação à viabilidade econômica, os resultados mostraram uma lucratividade igual a 38%, uma rentabilidade de 8% e um prazo de retorno dos investimentos de 12 meses, para ambos os doces. O ponto de equilíbrio para o doce de leite com amido foi de 38 unidades e para o doce com goma de 34 unidades. Diante dos resultados, verificou-se que é viável economicamente a inclusão desse novo produto ao portfólio de produtos de uma empresa que já produza doce de leite tradicional.

Palavras-chave: Novo produto. Armazenamento. Vida de prateleira.

ABSTRACT

The whey use for the dulce de leche manufacture enables to obtain a sweet milk similar to the traditional dulce de leche, presenting as an alternative to the whey use in dairy factories. However, there are few studies about this. This work was performed in order to determine the shelf-life of a new product (dulce de leche with coffee and whey), using modified starch and xanthan gum to control crystallization, verify the effect time quality characteristics and evaluate the economic viability of its production. The results for both sweets indicated good acceptance over six months of storage, in the same way have been verified microbiological stability and there was no lactose crystals formation, when the filling process was performed in perfect condition. It was observed that the time exercised significant effect on some variables analyzed; however, those changes caused no differences in dulce de leche quality characteristics. Thus, it was possible to establish the shelf-life in 180 days of storage. Regarding the economic viability, the results showed a profit equal to 38%, profitability 8%, and a return on investment within 12 months for both sweets. The balance point for the dulce de leche with starch was 38 units and for the dulce de leche with gum of 34 units. Considering the results, it was found that it is economically feasible to include this new product to the product portfolio of a company that produces traditional dulce de leche.

Keywords: New product. Storage. Shelf-life.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 Fórmula molecular dos isômeros da lactose 30
Figura 2 Cristal de lactose 31

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce..... 64
Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação 65
Figura 3 Mapa de preferência interno de três vias para cor, sabor, textura e
impressão global obtido para as amostras de doces 73

CAPÍTULO 3

- Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce..... 84
Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação 92
Figura 3 Foto do doce de leite com soro e café com adição de amido 102
Figura 4 Fotomicrografia de um cristal encontrado no doce de leite com
café com adição de soro e amido, com aumento de 40x..... 109
Figura 5 Imagem digitalizada da gordura do leite, após resfriamento lento
a 30°C, aumento de 40x 109

CAPÍTULO 4

- Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce..... 128
Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação 129
Figura 3 Ficha utilizada no teste com escala do ideal 130
Figura 4 Mapa de preferência interno de três vias para sabor, textura e
impressão global obtido para as amostras de doces 134

Figura 5	Histograma de distribuição de notas recebidas pelas amostras em relação à consistência das amostras (-3 = muito menos consistente que o ideal; 0 = ideal; +3 = muito mais consistente que o ideal)	135
----------	--	-----

CAPÍTULO 5

Figura 1	Fluxograma de fabricação do doce.....	147
Figura 2	Ficha utilizada no teste de aceitação	155
Figura 3	Foto do doce de leite com soro e café com adição de goma xantana.....	164
Figura 4	Sinérese observada no quinto mês (150 dias) de armazenamento .	168
Figura 5	Fotomicrografia de um cristal encontrado no doce de leite com café com adição de soro e goma xantana, com aumento de 40x....	171
Figura 6	Imagem digitalizada da gordura do leite, após resfriamento lento a 30°C, aumento de 40x	172
Figura 7	Formação de cristais de lactose no doce.....	173

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 3

Gráfico 1	Valores médios de acidez titulável ao longo do armazenamento do doce	99
Gráfico 2	Valores médios de L^* ao longo do armazenamento do doce.....	101
Gráfico 3	Valores médios de b^* ao longo do armazenamento do doce	102
Gráfico 4	Valores médios de dureza ao longo do armazenamento do doce ...	105
Gráfico 5	Valores médios de adesividade ao longo do armazenamento do doce	106
Gráfico 6	Valores médios de elasticidade ao longo do armazenamento do doce	106
Gráfico 7	Valores médios de coesividade ao longo do armazenamento do doce	107
Gráfico 8	Valores médios de gomosidade ao longo do armazenamento do doce	108

CAPÍTULO 5

Gráfico 1	Valores médios de acidez titulável ao longo do armazenamento do doce	161
Gráfico 2	Valores médios de L^* ao longo do armazenamento do doce.....	163
Gráfico 3	Valores médios de b^* ao longo do armazenamento do doce	164
Gráfico 4	Valores médios de dureza ao longo do armazenamento do doce ...	167
Gráfico 5	Valores médios de elasticidade ao longo do armazenamento do doce	168
Gráfico 6	Valores médios de coesividade ao longo do armazenamento do doce	169

Gráfico 7 Valores médios de gomosidade ao longo do armazenamento do doce	170
---	-----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Composição média e pH de soros doce e ácido	26
----------	---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Formulação dos doces	62
Tabela 2	Planejamento fatorial completo composto central (2^2), com duas variáveis independentes, três repetições no ponto central (c) e quatro pontos axiais dos doces	66
Tabela 3	Efeito estimado, erro puro e significância estatística de cada fator para os atributos sensoriais de aparência, sabor, textura e impressão global	69
Tabela 4	Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos cor, textura, sabor e impressão global dos doces analisados.....	71
Tabela 5	Modelos obtidos através de dados de aceitação dos doces analisados.....	72

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da vida de prateleira	83
Tabela 2	Características físico-químicas do leite e soro utilizados na fabricação do doce de leite com café e amido.....	94
Tabela 3	Médias das análises físico-químicas e rendimento da formulação de doce de leite com café e amido e de doce tradicional	95
Tabela 4	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis acidez titulável e atividade de água do doce de leite com café e amido.....	97

Tabela 5	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de cor (L*, a* e b*) do doce de leite com café e amido	100
Tabela 6	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de textura do doce de leite com café e amido	104
Tabela 7	Padrão microbiológico do doce de leite durante o tempo de armazenamento do doce de leite com café e amido	111
Tabela 8	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para o teste de aceitação do doce de leite com café e amido	113
Tabela 9	Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sabor, textura e impressão global dos doces analisados do doce de leite com café e amido	114

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Formulação dos doces	126
Tabela 2	Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos textura, sabor e impressão global dos doces analisados	132
Tabela 3	Modelos obtidos através de dados de aceitação dos doces analisados.....	133

CAPÍTULO 5

Tabela 1	Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da vida de prateleira	145
Tabela 2	Características físico-químicas da matéria-prima	157
Tabela 3	Médias das análises físico-químicas e rendimento da formulação de doce de leite com café e goma xantana.....	158

Tabela 4	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis acidez titulável e atividade de água do doce de leite com café e goma xantana	160
Tabela 5	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de cor (L^* , a^* e b^*) do doce de leite com café e goma xantana	162
Tabela 6	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de textura do doce de leite com café e goma xantana	166
Tabela 7	Padrão microbiológico do doce de leite durante o tempo de armazenamento para o doce de leite com café e goma xantana	174
Tabela 8	Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para o teste de aceitação do doce de leite com café e goma xantana.....	175
Tabela 9	Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sabor, textura e impressão global do doce de leite com café e goma xantana	177

CAPÍTULO 6

Tabela 1	Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da viabilidade econômica	189
Tabela 2	Investimento físico para implantação de novo produto	193
Tabela 3	Investimento financeiro para implantação de novo produto	193
Tabela 4	Custos fixos para a produção do doce de leite com café com adição de soro	194
Tabela 5	Custos variáveis para a produção do doce de leite com café com adição de soro	195
Tabela 6	Custos unitários.....	196

Tabela 7	Preço estimado de venda do doce	196
Tabela 8	Valores para a produção e venda de 173 unidades de doce com amido e 154 de doce com goma xantana	198
Tabela 9	Lucratividade	198
Tabela 10	Rentabilidade	199
Tabela 11	Prazo de retorno do investimento.....	199
Tabela 12	Ponto de equilíbrio	199

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução Geral	21
1	INTRODUÇÃO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	Soro Lácteo	25
2.1.1	Proteínas do soro	26
2.1.2	Lactose	29
2.1.3	Sais Minerais e Vitaminas	32
2.1.4	O Soro como subproduto	32
2.2	Doce de leite	34
2.2.1	Cristalização no doce de leite	35
2.2.2	Controle da cristalização	37
2.2.3	Viscosidade no controle da cristalização	40
2.2.3.1	Amido	42
2.2.3.2	Goma Xantana	44
2.3	Café	46
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	48
	REFERÊNCIAS	49
	CAPÍTULO 2 Fabricação e avaliação sensorial de doce de leite com café com adição soro lácteo e amido modificado	57
1	INTRODUÇÃO	59
2	MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1	Matéria-prima	62
2.2	Formulação	62
2.3	Fabricação do doce de leite	63
2.4	Avaliação sensorial	64
2.5	Delineamento experimental	65
2.6	Análise Estatística	66
2.6.1	Análise por Superfície de Resposta	67
2.6.2	Análise por ANOVA e teste de médias	67
2.6.3	Análise por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC)	67
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
3.1	Análise por Superfície de Resposta	69
3.2	Análise por ANOVA e teste de médias	70
3.3	Análise de fatores paralelos (PARAFAC)	72
4	CONCLUSÃO	75
	REFERÊNCIAS	76

	CAPÍTULO 3 Características qualitativas do doce de leite com café adicionado de soro lácteo e amido modificado durante o armazenamento	78
1	INTRODUÇÃO	80
2	MATERIAL E MÉTODOS	82
2.1	Matéria-prima	82
2.2	Formulação	82
2.3	Métodos	83
2.3.1	Fabricação do doce de leite	83
2.3.2	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	85
2.3.3	Caracterização do doce de leite	85
2.3.4	Alterações durante o armazenamento	85
2.3.5	Determinação da vida de prateleira	86
2.4	Métodos analíticos	87
2.4.1	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	87
2.4.2	Caracterização do doce de leite	87
2.4.3	Alterações durante o armazenamento	89
2.4.3.1	Avaliação físico-química	89
2.4.3.2	Avaliação de cor	89
2.4.3.3	Avaliação de textura	90
2.4.3.4	Avaliação da cristalização	91
2.4.3.5	Avaliação microbiológica	91
2.4.3.6	Avaliação sensorial	92
2.5	Delineamento experimental e análise estatística	92
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
3.1	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	94
3.2	Caracterização do doce de leite	94
3.3	Alterações durante o armazenamento	97
3.3.1	Avaliação físico-química	97
3.3.2	Avaliação de cor	100
3.3.3	Avaliação de textura	104
3.3.4	Avaliação da cristalização	108
3.3.5	Avaliação microbiológica	110
3.3.6	Avaliação sensorial	112
3.4	Determinação da vida de prateleira	113
4	CONCLUSÃO	116
	REFERÊNCIAS	117
	CAPÍTULO 4 Fabricação e avaliação sensorial de doce de leite com café com adição soro lácteo e goma xantana	122

1	INTRODUÇÃO	124
2	MATERIAL E MÉTODOS	126
2.1	Matéria-prima	126
2.2	Formulação	126
2.3	Fabricação do doce de leite	127
2.4	Avaliação sensorial	128
2.5	Delineamento experimental	130
2.6	Análise Estatística	130
2.6.1	Análise por ANOVA e teste de médias	130
2.6.2	Análise de fatores paralelos (PARAFAC)	131
2.6.3	Análise por meio de histograma de frequência	131
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	132
3.1	ANOVA e teste de médias	132
3.2	Análise por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC)	133
3.3	Histograma de frequência	135
4	CONCLUSÃO	137
	REFERÊNCIAS	138
	CAPÍTULO 5 Características de qualidade do doce de leite com café adicionado de soro lácteo e goma xantana durante o armazenamento	140
1	INTRODUÇÃO	142
2	MATERIAL E MÉTODOS	145
2.1	Matéria-prima	145
2.2	Formulação	145
2.3	Métodos	145
2.3.1	Fabricação do doce de leite	146
2.3.2	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	147
2.3.3	Caracterização do doce de leite	148
2.3.4	Alterações durante o armazenamento	148
2.3.5	Determinação da vida de prateleira	148
2.4	Métodos analíticos	149
2.4.1	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	150
2.4.2	Caracterização do doce de leite	150
2.4.3	Alterações durante o armazenamento	152
2.4.3.1	Avaliação físico-química	152
2.4.3.2	Avaliação de cor	152
2.4.3.3	Avaliação de textura	153
2.4.3.4	Avaliação da cristalização	154
2.4.3.5	Avaliação microbiológica	154
2.4.3.6	Avaliação sensorial	155

2.5	Delineamento experimental e análise estatística	155
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	157
3.1	Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce	157
3.2	Caracterização do doce de leite	157
3.3	Alterações durante o armazenamento.....	159
3.3.1	Avaliação físico-química.....	160
3.3.2	Avaliação de cor.....	162
3.3.3	Avaliação de textura	165
3.3.4	Avaliação da cristalização	171
3.3.5	Avaliação microbiológica.....	173
3.3.6	Avaliação sensorial	175
3.4	Determinação da vida de prateleira	176
4	CONCLUSÃO	178
	REFERÊNCIAS	179
	CAPÍTULO 6 Viabilidade econômica de produção de doce de leite com café com adição de soro lácteo	185
1	INTRODUÇÃO	187
2	MATERIAL E MÉTODOS	189
2.1	Produção dos doces.....	189
2.2	Viabilidade econômica.....	189
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	193
4	CONCLUSÃO	202
	REFERÊNCIAS	203

CAPÍTULO 1 Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO

O soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lactossoro, é um subproduto da indústria de laticínios, obtido principalmente através da fabricação de queijo ou da caseína. Apresenta-se na forma líquida e de cor amarelo-esverdeada (BALDASSO, 2008). Cerca de 80% a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos resulta em soro o qual contém aproximadamente 6% a 6,4% de sólidos (ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2001).

Um dos maiores problemas enfrentados pelo setor de laticínios em todo o mundo é o destino dado ao soro proveniente da fabricação de queijos. O descarte do soro diretamente em rios ou esgotos públicos, atualmente, não é permitido, por ser um resíduo que apresenta alta quantidade de matéria orgânica pode contaminar corpos receptores e criar graves problemas ambientais. Portanto, novas aplicações para o soro são uma antiga necessidade dos laticínios, pois assim podem trabalhar dentro das exigências dos órgãos de proteção ambiental.

No Brasil as indústrias de doce de leite têm substituído parcialmente o leite por soro na fabricação do doce de leite. Apesar da adição de soro não ser proibida, já que a legislação brasileira o classifica como ingrediente lácteo, o seu uso deve ser declarado, para não caracterizar uma fraude econômica (MACHADO, 2005).

A utilização do soro na fabricação de doce de leite 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 (PERRONE, 2006).

Dentre os principais produtos lácteos concentrados o doce de leite é um derivado que apresenta um grande consumo no Brasil e em alguns países sul-americanos como Argentina, Chile e Uruguai (PERRONE, 2007). 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; KONKEL; PEDROSO, 2001).

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).

Logo ao final do processamento, o doce de leite constitui-se numa solução em que a lactose encontra-se em estado de supersaturação. A concentração para a fabricação do doce de leite reduz, em cerca de 2,5 vezes o volume inicial da mistura leite e açúcar, e assim, a relação final lactose/água ultrapassa a faixa de saturação (MARTINS; LOPES, 1981). Nessas condições, portanto, é inevitável que ocorra a cristalização da lactose devido à sua baixa solubilidade aliada à adição de sacarose em uma solução supersaturada de lactose, em que ocorre agitação e resfriamento (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 1977).

No doce de leite, com a adição de cerca de 25% de sacarose e com o aumento da concentração de sólidos, é inevitável que após algum tempo de armazenamento ocorra o aparecimento de cristais no doce (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 1977).

Aliado a isso, a utilização do soro lácteo na tecnologia de fabricação do doce de leite aumenta o teor de lactose no doce, o que aumenta a tendência ao aparecimento de cristais de lactose perceptíveis ao paladar. Portanto, o controle da cristalização é o principal problema na produção de doce de leite.

Para solucionar esse problema, tem sido proposta a redução da concentração de lactose pela adição de β -galactosidase (lactase), cristalização forçada ou induzida ou o aumento da viscosidade do produto (PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011).

A viscosidade interfere na velocidade de crescimento dos cristais, controlando a difusão das moléculas, baixas viscosidades diminuem a resistência à difusão, aumentando assim a velocidade da reação, enquanto que altas viscosidades diminuem a velocidade de reação, já que o processo de difusão é lento. A velocidade de crescimento do cristal de açúcar no doce de leite é influenciada pela concentração dos hidrocoloides empregados (TERÁN-ORTIZ, 1998).

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).

Segundo Terán-Ortiz (1998) o efeito inibitório da goma xantana na cristalização pode ser atribuído ao efeito na viscosidade, esse hidrocoloide aumenta a viscosidade de um sistema devido ao seu grande tamanho molecular, altas viscosidades diminuem a velocidade de reação, porque o processo de difusão é lento. Gomas são permitidas na concentração máxima de 5000 mg.Kg⁻¹ de produto final (BRASIL, 1997).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a vida de prateleira de um novo produto (doce de leite com café e soro lácteo), utilizando amido modificado e goma xantana para o controle da cristalização, verificar o efeito do tempo nas características de qualidade e avaliar a viabilidade econômica de sua produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soro Lácteo

O soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lactossoro, é um subproduto da indústria de laticínios, obtido principalmente através da fabricação de queijo ou da caseína. Apresentando-se na forma líquida e de cor amarelo-esverdeada (BALDASSO, 2008).

Cerca de 80% a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos resulta em soro que contém aproximadamente 6% a 6,4% de sólidos (ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2001). Em média 52% dos sólidos totais, 94% da lactose, 96% das proteínas solúveis e 38% dos minerais presentes no leite permanecem no soro.

Conforme o procedimento utilizado para a separação da coalhada, distinguem-se dois tipos de soro. O soro doce, procedente da coagulação enzimática do leite, pela adição de renina e possui pH entre 6,3 e 6,6 (GIRALDO-ZUÑICA et al., 2004). É obtido de queijos tipo *cheddar*, Minas Frescal, Minas Padrão, *Mozzarella*, Prato ou queijos de coagulação rápida, onde 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 *Cottage*, Requeijão, etc. (GIRALDO-ZUÑICA et al., 2004). A composição média do soro doce e do soro ácido é apresentada na Tabela 1.

No Brasil, a produção de soro é constituída quase que exclusivamente de soro doce, já o soro ácido, praticamente inexistente no país, pouco contribui para o computo geral (VIOTTO, 1993).

Tabela 1 Composição média e pH de soros doce e ácido

	Soro doce (%)	Soro ácido (%)
Umidade	93 – 94	94 – 95
Gorduras	0,3 – 0,5	0,3 – 0,6
Proteínas	0,8 – 1,0	0,8 – 1,0
Lactose	4,5 – 5,0	3,8 – 4,2
Cinzas	0,5 – 0,7	0,7 – 0,8
Ácido láctico e outros	0,1	0,1 – 0,8
Cálcio	0,05	0,13
Sódio	0,07	0,06
Potássio	0,13	0,15
Fósforo	0,06	0,09
pH	6,4	4,7

Fonte: Madrid, Cenzano e Vicente (1996)

A concentração de lactose no soro ácido é menor do que no soro doce, devido ao processo de fermentação, pois uma fração de lactose é transformada em ácido láctico durante a formação do coalho. Por outro lado, o soro ácido contém mais cálcio e fósforo que o soro doce, devido à solubilização do complexo cálcio-fósforo existente nas micelas de caseína em pH ácido. A composição proteica de ambos os soros é semelhante no que se refere à maioria das proteínas (MIZUBUTI, 1994).

2.1.1 Proteínas do soro

A produção de uma tonelada de queijo gera aproximadamente 8,0 a 9,0 toneladas de soro líquido, contendo aproximadamente 20% da proteína original do leite (RIBEIRO, 2001).

As proteínas do soro se diferenciam da caseína por serem insensíveis às coagulações ácidas, assim como a ação da quimosina/renina. Portanto, durante a coagulação das caseínas juntamente com a gordura (formação do coalho) as proteínas do soro e boa parte da lactose permanecem em solução, além de minerais e traços de gordura (SGARBIERI, 1996).

Formado por uma mistura de proteínas com numerosas e diversas propriedades funcionais, o soro tem um potencial considerável de utilizações. As principais proteínas do soro são constituídas de β -lactoglobulina (55-65%), α -lactoalbumina (15-25%), proteose-peptona (10-20%), de imunoglobulinas (10-15%), albumina do soro bovino (5-6%), caseínas solúveis (1-2%), e proteínas em menores quantidades (<0,5%) como a lactoferrina, lactolina, glicoproteína, transferrina de sangue e enzimas. A β -lactoglobulina e a α -lactoalbumina representam aproximadamente 70% das proteínas totais do soro (SILVA, 2004).

As proteínas remanescentes no soro lácteo apresentam excelente composição em aminoácidos, alta digestibilidade e biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, portanto elevado valor nutritivo (SGARBIERI, 1996). Em contrapartida, apresentam também excepcionais propriedades funcionais de solubilidade, formação e estabilidade de espuma, emulsibilidade, geleificação, formação de filmes e cápsulas protetoras (WONG; CARMIRAND; PAVLAT, 1996).

As proteínas do soro têm propriedades físicas e funcionais no seu estado nativo e após tratamento físico, químico ou enzimático, devido às várias estruturas conformacionais que possuem e/ou adquirem. São moléculas estruturalmente ordenadas e qualquer alteração nessa conformação leva a desnaturação. A desnaturação causa uma modificação da conformação globular ou pregueada das proteínas para a forma linear, causando, assim, um desenrolamento da cadeia peptídica. O resultado é a formação de novos enlaces entre moléculas, que tornam as proteínas quimicamente mais reativas. A

desnaturação não implica necessariamente diminuição da digestibilidade das proteínas nem à diminuição do seu valor biológico, porque a desnaturação promove a exposição de resíduos de aminoácidos essenciais, anteriormente protegidos da ação gástrica (SGARBIERI, 1996).

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro lácteo são conhecidas pela versatilidade de suas propriedades funcionais tecnológicas como ingredientes em produtos alimentícios, principalmente pela elevada solubilidade e propriedades emulsificantes. Quando comparadas com outras proteínas, as proteínas do soro têm uma viscosidade baixa, o que permite a sua incorporação na produção de produtos dietéticos. As proteínas do soro geralmente são muito solúveis e, portanto não têm grande capacidade de adsorver água na sua forma nativa. O tratamento térmico causa desnaturação aumentando a capacidade de retenção de água, bem como a viscosidade. Assim, as aplicações das proteínas do soro como retentores de água e espessantes restringem-se aos alimentos que recebam tratamentos térmicos. As proteínas do soro podem atuar como emulsificantes, pois têm regiões hidrofóbicas e hidrofílicas. Esta propriedade, bem como o fato de se manterem solúveis em valores de pH ácidos, permite sua utilização em alimentos ácidos (ANTUNES, 2003; HUFFMAN, 1996).

A capacidade das proteínas do soro, de formar géis sob as condições apropriadas de aquecimento, é uma importante propriedade funcional. Podem ser aplicadas na indústria alimentar para aumentar a capacidade de retenção de água e alterar a textura dos alimentos, como a elasticidade, a coesividade e a dureza (CALDAS, 2007; HUFFMAN, 1996).

A capacidade espumante das soluções de proteínas do soro aumenta com o tratamento térmico, uma vez que as proteínas do soro são melhores espumantes quando desnaturadas. A estabilidade da espuma depende do tipo de proteína, nível de desnaturação da proteína, conteúdo em gordura, concentração de proteína e carboidratos, concentração de cálcio e outros íons, pH, bem como

do método e equipamento de processamento do soro. Essa propriedade é desejável em alguns produtos como merengues e sorvetes (HUFFMAN, 1996).

2.1.2 Lactose

A lactose é um dissacarídeo constituído por uma molécula de galactose e outra de glicose unidas entre si por uma ligação glicosídica β -1,4, sendo somente hidrolisada por β -galactosidase (lactase). Representa 70% dos sólidos do soro (ABREU, 1999).

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. A lactose tem uma tendência de formar soluções supersaturadas que não cristalizam prontamente, o que causa problemas em muitos produtos lácteos. Os problemas são principalmente devidos à formação de grandes cristais, que ocorrem quando um número suficiente de cristais for formado causando arenosidade, o que dependerá do grau de saturação, viscosidade, agitação, temperatura e mutarrotação (FOX; McSWEENEY, 1998).

Segundo Bobbio (2003), a solubilidade média da lactose, a 20°C, é de 20g/100g de água, enquanto que a solubilidade da glicose é de 107g/100g de água e da galactose é de 50g/100g de água.

A lactose não é tão doce quanto os outros açúcares. Uma solução de sacarose de 1%, 5%, 10% e 20% tem o mesmo poder edulcorante que uma solução de lactose de 3,5%, 15%, 30% e 33% (WALSTRA; JENNES; BADINGS, 1987).

Bobbio e Bobbio (2003) enfatizam que o carbono anomérico da unidade de glicose está disponível para oxidação, portanto, a lactose é um dissacarídeo redutor. A reação entre um açúcar redutor e um grupamento amina é

denominada de escurecimento não enzimático ou Reação de Maillard. De acordo com Araújo (2004) as reações de escurecimento não enzimático, além de produzirem *flavor* agradável, aroma e coloração, em certas condições podem formar coloração e *flavor* indesejáveis e alterar a qualidade do alimento durante o processamento e armazenamento. Essas reações provocam significantes perdas de certos aminoácidos (lisina, arginina, histidina e triptofano), diminuição da digestibilidade de proteínas e, portanto, redução do valor nutritivo.

A lactose, quando em solução, apresenta-se sob duas formas de características diversas, alfa e beta (Figura 1), e tem comportamento muito especial (SANTOS, 1976).

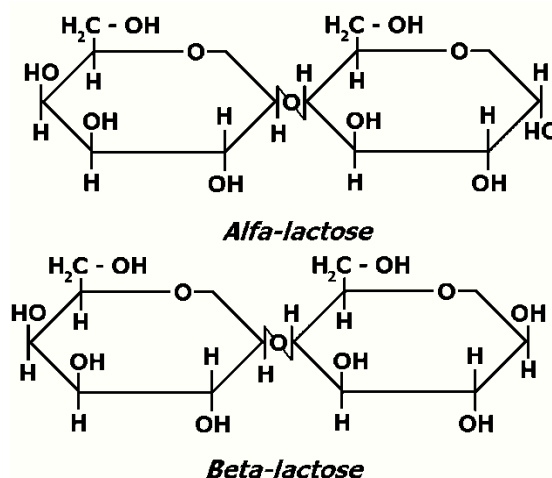


Figura 1 Fórmula molecular dos isômeros da lactose

A β -lactose anidra se dissolve mais rapidamente que o hidrato de α -lactose hidratada e sua solubilidade é aproximadamente, dez vezes maior sendo seus cristais menores, mas com uma maior área superficial. A α -lactose cristaliza como hidrato, sendo seus cristais bastante duros e não higroscópicos (WALSTRA; JENNES; BADINGS, 1987). Apresenta-se de muitas formas,

sendo a mais familiar a de dois trapézios com uma base só (“*tomahawh*”) (Figura 2), conferindo a certos produtos lácteos uma sensação arenosa (FENNEMA, 1993).

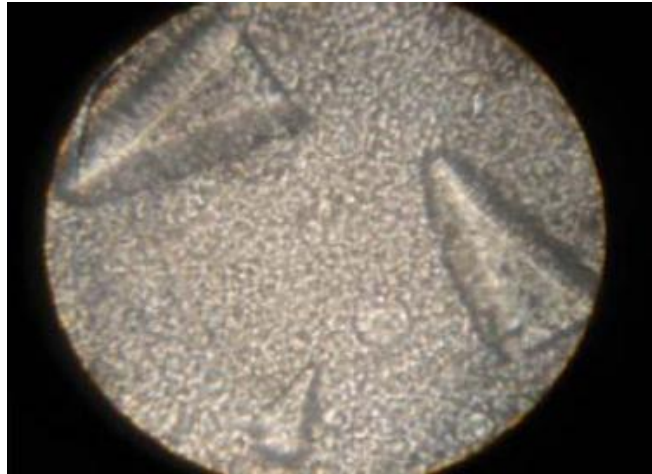


Figura 2 Cristal de lactose

Fonte: Perrone (2006)

Segundo Santos (1976) a cristalização da lactose é lenta, influenciada pela transformação de α em β ou vice-versa, fenômeno denominado de mutarrotação.

Segundo Walstra, Jenness e Badings (1987) se é adicionada β -lactose em água, o processo de solubilização é mais rápido no início, tornando-se mais lento com o passar do tempo. Como consequência da mutarrotação, forma-se mais α -lactose do que se pode dissolver, acarretando em cristalização da forma alfa.

A solução de lactose tem faixa de saturação larga e suporta alto grau de saturação sem cristalizar-se espontaneamente e pode levar até meses para cristalizar-se.

Segundo Ferrat (1980 citado por ABREU, 1999) a lactose é a principal responsável pela capacidade poluidora do soro, sendo responsável por 80% desta contra 20% da poluição devida à fração proteica.

2.1.3 Sais Minerais e Vitaminas

O soro é portador de vitaminas e minerais. Os sais do leite são principalmente fosfatos, citratos, cloretos, sulfatos, carbonatos, bicarbonato de sódio, potássio, cálcio e magnésio. São encontrados aproximadamente 20 outros elementos no leite em quantias menores, inclusive cobre, ferro, silício, zinco e iodo. Os elementos principais são de importância para a nutrição na preparação, processamento e armazenamento de produtos de leite devido à influência na conformação e estabilidade das proteínas do leite (FOX; MC SWEENEY, 1998).

O soro contém também a maioria das vitaminas presentes no leite (e solúveis em água), como a vitamina B₁₂, a vitamina B₆, ácido pantotênico, riboflavina, tiamina, vitamina C, vitamina A (LAGRANGE; DALLAS, 1997).

2.1.4 O Soro como subproduto

O soro é um subproduto de importância relevante, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional. Um dos principais problemas do soro é seu alto poder poluente, devido à alta quantidade de substâncias orgânicas representadas principalmente pela lactose e pelas proteínas. A carga poluente representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) varia de 30.000 a 60.000 mg de O₂.L⁻¹, dependendo do processo de fabricação do queijo (BRANDÃO, 1994). Essa carga poluente é cerca de 100 vezes maior que a de um esgoto doméstico. Uma fábrica com produção média de 10.000 L de soro por dia, polui o equivalente a uma população de 5.000 habitantes. Quando

descartado diretamente no solo compromete sua estrutura físico-química e diminui o rendimento da colheita (RICHARDS, 2002).

Antigamente o soro lácteo era considerado como um líquido inaproveitável ou então era utilizado para alimentação do gado, mas o conhecimento de sua composição e os avanços tecnológicos levou a que fosse considerado uma fonte de ingrediente lácteo de grande valor para a indústria alimentícia e farmacêutica. Dentre as alternativas para sua utilização pode-se citar o uso do soro *in natura* para alimentação animal, fabricação de ricota, fabricação de bebida láctea, dentre outras. Contudo, a excessiva diluição de seus componentes e seu conteúdo relativamente alto em sais exige aplicação de tratamentos tecnológicos para seu melhor aproveitamento como a concentração, a separação das proteínas e lactose e a desmineralização. A concentração do soro permite uma melhor utilização como ingrediente de alimentos, pois reduz seu volume, concentrando seus componentes. A desmineralização do soro reduz o teor de sais, tornando-o apto para o uso em alimentos dietéticos e leites infantis. A separação da proteína permite sua utilização em produtos diversos, como na elaboração de cremes e merengues em função de sua propriedade espumante, em produtos cárneos, por sua capacidade emulsificante, na incorporação de bebidas devido à sua grande solubilidade. A fração de lactose constitui fonte de energia para microrganismos e, por isso, é possível utilizá-la como substrato de fermentação, a fim de obter etanol, biomassa, biogás, ácido lático, etc. É comumente utilizada em alimentos infantis e na indústria farmacêutica, pois é considerada excelente excipiente de pastilhas e pílulas (ORDÓÑEZ PEREDA et al., 2005).

Segundo Perrone (2006) a concentração de uma mistura de leite, soro lácteo e açúcar possibilitam 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.

2.2 Doce de leite

O doce de leite é um produto lácteo similar ao leite condensado, o qual é muito popular em alguns países sul-americanos como Argentina e Uruguai (ARES; GIMÉNEZ, 2008; GIMÉNEZ et al., 2008). Consumido principalmente como um doce ou espalhando como uma geleia. É também a base para a elaboração de muitos doces e sobremesas que fazem parte dos clássicos da cozinha latino-americana, é chamado de "*dulce de leche*" na Argentina e no Uruguai, "*arequipe*" na Colômbia, "*manjar blanco*" no Peru e "doce de leite" no Brasil. É preparado por ebulição do leite integral adicionado de sacarose até que seja atingido 70% de sólidos totais (RANALLI; ANDRÉS; CALIFANO, 2012). O bicarbonato de sódio é adicionado para evitar a coagulação da caseína e favorecer a reação de Maillard, responsável pela sua cor marrom típica (GIMÉNEZ et al., 2008).

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). De acordo com a legislação o doce de leite pastoso, deve conter teores máximos de umidade de 30% e de cinzas de 2% (p/p). O teor de proteínas deve ser de 5% (p/p) e o conteúdo de gordura deve estar entre 6,0 e 9,0% (p/p). A quantidade máxima de sacarose empregada na obtenção do produto é de 30 Kg.100L⁻¹ de leite. Amidos nativos ou modificados são admitidos em proporção não superior a 0,5 g.100mL⁻¹ de leite, assim como mono ou dissacarídeos que substituam a sacarose em no máximo 40% (p/p). Gomas são permitidas na concentração máxima de 5000 mg.Kg⁻¹ de produto

final. O bicarbonato de sódio pode ser empregado como coadjuvante, na quantidade necessária para as boas práticas de fabricação (BRASIL, 1997).

No Brasil as indústrias de doce de leite têm substituído parcialmente o leite por soro na fabricação do doce de leite. Apesar da adição de soro não ser proibida, já que a legislação brasileira o classifica como ingrediente lácteo, o seu uso deve ser declarado, para não caracterizar uma fraude econômica (MACHADO, 2005).

Algumas considerações devem ser feitas ao substituir parte do leite por soro na produção de doce (PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011):

- a) diminuição do rendimento de fabricação, causado por um menor teor de sólidos lácteos inicial da mistura leite e soro;
- b) aumento no teor de lactose no doce, o que aumenta a tendência ao aparecimento de cristais de lactose perceptíveis ao paladar;
- c) diminuição no teor de proteínas e gordura do produto final, o que pode acarretar em um produto fora dos padrões da legislação;
- d) diminuição da viscosidade final, o menor teor de proteínas impacta na diminuição da viscosidade do produto final;
- e) aumento no tempo de fabricação, pois há uma maior quantidade de água a ser evaporada;
- f) diminuição no teor de sólidos lácteos e aumento no teor de sacarose, obtendo um produto com sabor doce mais acentuado.

2.2.1 Cristalização no doce de leite

O doce de leite, no final de seu processamento, constitui uma solução supersaturada de lactose, o aparecimento de cristais perceptíveis ao paladar caracteriza um dos principais problemas na conservação de lácteos concentrados

(PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011). Com um teor de umidade e açúcares (lactose) em 30% e 60%, respectivamente, o doce de leite é um produto que apresenta boa estabilidade química e microbiológica, porém baixa estabilidade física provocada pela cristalização, tanto da lactose como dos açúcares adicionados, o que confere ao produto uma textura arenosa.

Segundo Webb (1980 citado por HOUGH; MARTINEZ; CONTARINI, 1990) considerando um doce de leite com 70% de sólidos totais e considerando a fase aquosa, teremos 33g de lactose 100g⁻¹ de água. A solubilidade da lactose a 15°C e 30°C é 16,9 e 24,8g 100g⁻¹ de água, respectivamente. Portanto, mesmo sem interferências, a lactose no doce de leite se encontrará supersaturada. Além disso, a presença simultânea de sacarose (146g 100g⁻¹ água) reduz substancialmente a solubilidade da lactose (NICKERSON; MOORE, 1972).

Segundo Perrone, Stephani e Neves (2011), o teor final de lactose e a temperatura do produto são fatores determinantes para a cristalização do doce de leite. O teor final de lactose dependerá do teor inicial da lactose e da quantidade de água no produto final, portanto doces produzidos a partir de misturas com elevado teor de lactose (leite + soro) e com teor final de sólidos solúveis (°Brix) elevados terão maior propensão à formação de cristais de lactose. A diminuição da temperatura no doce de leite implica em decréscimo na solubilidade da lactose, favorecendo a cristalização.

Segundo Coelho et al. (1982), o problema da cristalização só se torna aparente após 40 dias de estocagem do produto, porque a conversão da α -lactose para β -lactose, responsável pela formação de cristais grandes, é um processo moroso, dificultado pela viscosidade do doce. De acordo com Santos, Martins e Santos (1977), os cristais de lactose aparecem geralmente durante o primeiro mês de armazenamento, e segundo Pinto (1979) a cristalização torna-se aparente, geralmente, após 45 dias de armazenamento.

As modificações tecnológicas visando eliminar o defeito da arenosidade em doce de leite têm sido avaliadas com o emprego de escalas sensoriais ou através da determinação microscópica do tamanho dos cristais formados (MARTINEZ; HOUGH; CONTARINI, 1990).

Hough, Martinez e Contarini (1990) desenvolveram uma escala sensorial de sete pontos para caráter arenoso, para a avaliação utilizaram grãos de areia misturados ao doce de leite para que os provadores pudessem detectar a arenosidade, para isso utilizaram grãos de areia de tamanhos, variando do 0 a 1500 μm , então relacionaram o tamanho e o número de cristais que seriam perceptíveis sensorialmente. Os autores revelaram que cristais de tamanhos inferiores a 6 μm a arenosidade não é detectada, mesmo que a lactose esteja cristalizada. Acima desse tamanho a detecção irá depender no número dos cristais.

Segundo Walstra et al. (2001 citado por PERRONE, 2006), para evitar a agregação e o aparecimento de arenosidade nos produtos lácteos, os cristais de lactose não devem medir mais do que 10 μm , significando haver o mínimo de 10¹⁰ cristais de lactose cristalina por grama de produto.

2.2.2 Controle da cristalização

Na tecnologia de produção de doce de leite, três caminhos principais podem ser seguidos, quando se busca evitar o aparecimento de cristais perceptíveis ao paladar (PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011):

- a) adição de β -galactosidase (lactase);
- b) cristalização forçada ou induzida;
- c) aumento da viscosidade do produto.

A utilização de enzimas como a β -galactosidase (lactase) reduz o teor de lactose pela hidrólise desse dissacarídeo em glicose e galactose. Esses açúcares apresentam solubilidade bastante superior ao da lactose, resultando no aumento da solubilidade dos carboidratos totais da mistura. Esse processo minimiza ou evita a cristalização do doce, contudo onera o custo de produção, além de requerer uma tecnologia mais sofisticada (TÉRAN-ORTIZ, 1998).

Klein, Jong e Révillion (2010), ao empregarem a enzima β -galactosidase em dosagem entre 0 a $0,4 \text{ g.L}^{-1}$ de leite, observaram que $0,2 \text{ g.L}^{-1}$ foi suficiente para que a cristalização da lactose no doce de leite fosse minimizada a ponto de não ser percebida sensorialmente pelos provadores durante um período de até 180 dias, que corresponde à vida de prateleira do produto.

A microcristalização ou cristalização forçada consiste em inocular o produto resfriado com microcristais de lactose, seguindo-se uma intensa agitação para que a cristalização se dê no menor prazo possível, formando-se inúmeros cristais sem que lhes seja dado tempo para crescer. A microcristalização vem sendo muito aplicada pela indústria de leite condensado, com bons resultados. Na indústria de doce de leite, ela apresenta certas dificuldades que têm impedido seu emprego. A principal reside no resfriamento controlado do produto, que deve ser rápido e até temperaturas mais baixas do que normalmente os equipamentos de processamento e embalagem podem permitir. A segunda dificuldade é a obtenção de material com características adequadas, para servir de inóculo ou semente para provocar a cristalização (SANTOS, 1976).

Hosken (1969), estudando sete diferentes técnicas de fabricação de doce de leite, demonstrou que o processo de semeadura (inoculação de lactose) do doce de leite é eficiente para evitar a cristalização, mas apresenta a desvantagem de aumentar consideravelmente o tempo de operação.

Martinez, Hough e Contarini (1990) estudaram o efeito da adição de lactose em pó em doce de leite e concluíram que a adição de 6 g de

lactose.100Kg⁻¹ de doce de leite a 40°C e com agitação de 50 rotações por minuto, são suficientes para inibir a cristalização por um período de seis meses. Concluíram também que a adição de 30 g de lactose 100Kg⁻¹ de doce de leite a 54°C e agitação por 15 minutos é eficiente no controle da cristalização.

Dentre as substâncias adicionadas com o intuito de evitar a cristalização através do aumento da viscosidade pode-se citar a glicose, caseinatos, amidos, gomas, dentre outros.

A glicose é um açúcar redutor e apresenta grande facilidade de hidratação. Essa elevada hidratação implica em aumento de viscosidade do produto a qual interfere negativamente na formação de cristais perceptíveis ao paladar (PERRONE, 2007). A adição de glicose dá mais brilho ao doce de leite, o que é apreciado por alguns consumidores, resultando num produto menos doce e de textura mais suave, mas com tendência de tornar-se muito viscoso durante o armazenamento. Essa propriedade de espessamento deve-se à formação de um complexo de proteína-dextrose, que tem grande capacidade de hidratação (HOSKEN, 1969). Alguns fabricantes usam glicose em proporções que vão além de 2% do leite empregado, mas segundo Hosken (1969) com mais de 2% de glicose, obtém-se um doce conhecido como “doce com liga”, que é de consistência viscosa e muito desagradável.

Os caseinatos são substâncias originadas a partir da concentração do leite e posterior extração da fração caseínica, principalmente. Além de uma elevada solubilidade em água e grande capacidade de retenção de água, os caseinatos apresentam um pH alcalino, portanto sua aplicação na fabricação de doce de leite dispensa a neutralização da acidez do leite com bicarbonato de sódio, fato que caso ocorra irá intensificar a reação de Maillard, descaracterizando o produto. Sua capacidade de absorção e retenção de água implica em aumento da viscosidade do produto, impedindo a difusão da lactose

no meio, diminuindo as chances de formação de cristais grandes e perceptíveis (PERRONE, 2007).

O amido, um polissacarídeo redutor pode ser empregado na fabricação de doce de leite, pois, ao absorver água do meio tende a aumentar a viscosidade do mesmo dificultando a cinética dos cristais e conseqüentemente o seu crescimento. 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 adição de amido, embora faça crescer o rendimento do doce em até 20% e evite a cristalização, altera radicalmente as características do doce de leite, quando utilizado em altas concentrações (HOSKEN, 1969).

Hidrocoloides ou gomas são utilizados em alimentos por terem a capacidade de aumentar a viscosidade desses. Em alimentos, os hidrocoloides ou gomas são amplamente utilizados pelas características texturométricas, estruturais e funcionais que conferem a esses, proporcionando estabilidade a emulsões, suspensões e espumas, e pelas suas propriedades espessantes em geral (TERÁN-ORTIZ, 1998).

2.2.3 Viscosidade no controle da cristalização

As primeiras teorias sobre a velocidade de crescimento de cristais supõem que essas reações sejam controladas pela velocidade de difusão dos reagentes e dos produtos. A difusão, dentre outros parâmetros, é afetada pela viscosidade do sistema, sendo que baixas viscosidades diminuem a resistência à difusão, aumentando assim a velocidade da reação, enquanto altas viscosidades diminuem a velocidade de reação, já que o processo de difusão é lento (TERÁN-ORTIZ, 1998).

De acordo com Fennema (1993), todos os polissacarídeos solúveis produzem soluções viscosas por causa de seu tamanho molecular. A viscosidade depende não somente do tamanho molecular, mas também da conformação e da carga. Por causa das repulsões de Coulomb, um polímero carregado que se aproxime ou passe por outro similar, altera sua direção de fluxo para ficar mais longe da outra molécula, aumentando assim a resistência ao fluxo. Polissacarídeos carregados tendem a ficar totalmente alongados se são lineares, ocupando assim o máximo espaço na solução e oferecendo, portanto, o máximo de resistência ao fluxo.

Hidrocoloides e polissacarídeos solúveis possuem a capacidade de aumentar a viscosidade de uma solução. A maioria tem comportamento não newtoniano, geralmente pseudoplástico devido às moléculas de cadeia longa tender a orientar-se na direção do fluxo (TERÁN-ORTIZ, 1998).

Alguns trabalhos foram realizados utilizando o princípio de aumento da viscosidade da solução, para inibir ou retardar o crescimento de cristais. Nickerson (1962) utilizou alginato nas porcentagens de 0,3 a 0,6 e certas gomas marinhas e vegetais na concentração de 0,4% durante a fabricação de sorvete. Ele verificou que as gomas inibem a formação de núcleos e o retardamento da migração de lactose até a superfície do cristal. Os cristais de lactose cresceram lentamente, de modo individual e disperso.

Muhr e Blanshard (1986) estudaram a velocidade de crescimento de cristais de gelo em soluções de sacarose contendo pequenas quantidades de polissacarídeos. Uma profunda alteração na morfologia do cristal e redução na velocidade linear de crescimento foi observada quando ocorreu a formação de uma estrutura de gel no sistema, o que parece ser consequência de um sistema ternário.

Ares e Giménez (2008) ao avaliarem a influência da temperatura na cristalização da lactose no doce e leite observaram que em baixas temperaturas

de armazenamento houve um aumento no número de cristais, mas uma diminuição do seu tamanho. Segundo esses autores temperaturas mais baixas proporcionam um aumento da viscosidade no doce, o que resulta em diminuição da mobilidade do cristal, impedindo o crescimento dos cristais.

2.2.3.1 Amido

Na indústria de alimentos, os amidos são utilizados para melhorar a fabricação, a apresentação ou a conservação. Segundo Bobbio e Bobbio (2003), o amido é um homopolissacarídeo neutro, formado por duas frações: amilose e amilopectina.

O grânulo de amido pode ser submetido ao processo de formação de gel, que consiste no aquecimento de uma solução de amido-água até uma temperatura de 60-70°C. Durante esse fenômeno ocorre a ruptura das estruturas cristalinas do grânulo de amido, o qual absorve água e intumescce irreversivelmente, adquirindo tamanho maior que o original. Após a gelatinização do amido, quando a temperatura é reduzida à temperatura ambiente, ocorre um rearranjo das moléculas por ligações de hidrogênio, fator que favorece a recristalização (PARKER; RING, 2001), a retrogradação. A retrogradação do amido durante a estocagem é a principal razão para a deterioração de várias características sensoriais.

As modificações químicas do amido, que podem ser realizadas através de esterificação, eterificação e oxidação, proporcionam a obtenção de géis com viscosidade de pasta estável a baixas ou altas temperaturas, boa resistência mecânica, melhor poder de espessamento em condições ácidas ou durante processos de esterilização, além de menor tendência a retrogradação (FLECHE, 1985).

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 (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).

Machado (2005) avaliou o efeito do emprego de soro lácteo e amido de milho modificado em diferentes proporções no processamento do doce de leite pastoso e concluiu que o amido de milho modificado e o soro lácteo podem ser utilizados no processamento de doce de leite pastoso em altas concentrações, (0,75% e 45%, respectivamente), sem causar alterações na qualidade sensorial, na estabilidade microbiológica, física e química, contribuindo também para um aumento no rendimento, na maciez e aceitabilidade geral do doce.

2.2.3.2 Goma Xantana

A goma xantana é um polissacarídeo extracelular produzido por microrganismos da espécie *Xanthomonas*. Comercialmente, a goma é produzida por *Xanthomonas campestris*. Foi a primeira goma produzida em escala industrial por fermentação. Apresenta uma estrutura similar à celulose, contendo grupos oligossacarídeos ligado ao ácido pirúvico (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004, p. 81).

A goma xantana, possui uma estrutura primária que consiste em unidades repetidas de pentassacarídeos formados por duas unidades de glicose, duas unidades de manose e uma unidade de ácido glucurônico na proporção molar de 2,8:2,0:2,0 e grupos piruvato e acetil (GARCÍA-OCHOA et al., 2000).

A xantana é completamente atóxica, tendo sido aprovada pela *FDA* (*Food and Drug Administration*) dos EUA desde 1969, como aditivos em alimentos. No Brasil, a adição de xantana em alimentos é permitida desde 1965, pelo Decreto Lei n 55.871, da Legislação Brasileira de Alimentos (LIMA et al., 2001).

A goma xantana é solúvel em água fria ou quente. Misturas de goma xantana e goma guar aumentam a viscosidade e misturas de goma xantana e goma locusta formam um gel termorreversível (KATZBAUER, 1998). A vantagem da goma xantana sobre outras existentes no mercado é que ela é muito estável em relação ao pH e temperatura e, apesar de mais cara por unidade de peso, é mais barata por unidade de viscosidade obtida (LIMA et al., 2001).

A goma xantana funciona muito bem como estabilizante em produtos à base de água, já que é uma goma solúvel e altamente higroscópica; também possui comportamento pseudoplástico quando em solução, capaz de manter estáveis o pH, a maciez e a estética visual do produto. A goma xantana como muitas outras gomas, não é digerível pelo organismo humano e serve para

diminuir o valor calórico dos alimentos e melhorar a passagem dos mesmos pelo trato gastrointestinal (KATZBAUER, 1998). As gomas podem, ainda, serem utilizadas como substituintes de gordura, já que a gordura é fundamental para os efeitos sensoriais e fisiológicos dos alimentos, contribuindo para o sabor, percepção no aparelho bucal, aparência, aroma, etc. (LETHUAUT et al., 2003). Muitos alimentos de baixo teor de gordura utilizam a habilidade da goma xantana em se ligar à água. Exemplos para a utilização da goma xantana em produtos de baixo teor de gordura, são os seguintes: maionese, recheios para produtos de panificação, queijos processados, produtos lácteos e refeições prontas para preparar (KATZBAUER, 1998).

A xantana deve provavelmente continuar sendo o polímero microbiano mais utilizado nos próximos anos, devido às suas características reológicas singulares (LIMA et al., 2001).

Terán-Ortiz (1998) analisou o efeito da adição de gomas xantana e locusta no crescimento de cristais de açúcar em doce de leite e na cinética de inibição da cristalização durante o armazenamento dos doces e verificou que a velocidade de crescimento do cristal de açúcar é influenciada pela concentração dos hidrocoloides, pela temperatura de armazenamento e ponto de amostragem. Segundo Terán-Ortiz (1998) a goma xantana apresentou maior efeito inibitório da velocidade de crescimento de cristais de lactose no doce de leite, em relação à goma Locusta.

Zimmermann (2007) avaliou as características físico-químicas, a aceitabilidade sensorial e as propriedades reológicas de doce de leite elaborado com a adição de concentrado proteico de soro (CPS) e goma xantana, e observou que a utilização de goma xantana e CPS na elaboração de doce de leite resultou em produtos com reduzido teor de sacarose, comparado ao doce de leite tradicional, apresentando boa aceitabilidade sensorial, com índices superiores a 7,0.

2.3 Café

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

Diferentes constituintes do café têm sido sugeridos como potencialmente quimioprotetores em diferentes sistemas químicos e biológicos. A cafeína é o mais conhecido constituinte do café devido às suas propriedades fisiológicas e farmacológicas, principalmente em relação ao seu efeito na redução do sono e às suas propriedades estimulantes (MONTEIRO; TRUGO, 2005). A trigonelina e o ácido clorogênico sofrem intensa degradação térmica, durante o processamento do grão, gerando uma série de compostos voláteis, importantes para o “*flavor* da bebida”, como, por exemplo, derivados de piridina e do pirrol, oriundos da trigonelina e compostos fenólicos, provenientes dos ácidos clorogênicos. Além disso, os ácidos clorogênicos constituem os principais e mais abundantes compostos fenólicos com propriedades antioxidantes no café. A trigonelina, composto encontrado no grão de café verde é precursora da niacina no processo de torração (NOGUEIRA; TRUGO, 2003).

A trigonelina, os ácidos clorogênicos e a cafeína, são facilmente solubilizados em água quente e, portanto, estarão presentes na bebida do café, em teores dependentes de suas estabilidades aos processos degradativos que ocorrem durante a torrefação (NOGUEIRA; TRUGO, 2003).

Segundo Ormond, Paula e Faveret Filho (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:

- a) *Drip coffee* (Kit completo e descartável; composto de copo, coador, café torrado e moído em sachê, açúcar e colher, bastando acrescentar água fervendo);
- b) Café creme;
- c) Café em sachê;
- d) Café com leite pronto;
- e) Balas de café;
- f) Café em lata;
- g) Cosméticos.

Reis et al. (2002) estudaram a aceitabilidade de iogurte com adição de café solúvel e *cappuccino*. Segundo Reis et al. (2002) é possível aproveitar o café solúvel e o *cappuccino* no desenvolvimento de produtos lácteos como o iogurte, obtendo-se um produto com boa aceitabilidade.

Lima, Alves e Costa (2010) avaliaram a aceitação sensorial de doce de leite com calda de café, na distribuição de notas observou-se que 24% dos provadores gostaram moderadamente, 35% gostaram muito e 24% gostaram muitíssimo, demonstrando viabilidade de sua produção. Embora o produto tenha obtido boa aceitação, os autores observaram que são necessárias modificações na produção da calda e na proporção doce/calda, para aumentar ainda mais a sua aceitação.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em termos tecnológicos a utilização do amido modificado na tecnologia de produção de doce de leite com café e soro lácteo é mais viável que a utilização de goma xantana, pois o rendimento em doce foi maior e o doce demonstrou-se estável por 180 dias de armazenamento, o que não ocorreu com o doce com adição de goma xantana.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. R. **Tecnologia de leite e derivados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 205 p. (Curso de Pós-Graduação 'Lato Sensu' (Especialização) a Distância: Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado).

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

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características físico e químicas de bebidas lácteas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 187-192, maio/ago. 2001.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003. 137 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 478 p.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Influence of temperature on accelerated lactose crystallization in dulce. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 61, n. 3, p. 277-283, Aug. 2008.

BALDASSO, C. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 238 p.

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

BRANDÃO, S. C. C. Soro: um desafio para as fábricas de queijo. **Leite & Derivados**, São Paulo, n. 15, p. 13-19, 1994.

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. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 4 set. 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

CALDAS, M. C. S. **Aproveitamento de soro de leite na elaboração de pão de forma**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

COELHO, E. B. B. et al. Utilização de beta-D-galactosidase no controle da cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 37, n. 221, p. 7-11, maio/jun. 1982.

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.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FLECHE, G. Chemical modification and degradation of starch. In: VAN BEYNUM, G. M. A.; ROELS, J. A. **Starch conversion technology**. New York: M. Dekker, 1985. Cap. 4, p. 73-99.

FOX, P. F.; MC SWEENEY, P. L. H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Thomson Science, 1998. 378 p.

GARCÍA-OCHOA, F. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, New York, v. 18, p. 549-579, 2000.

GIMÉNEZ, A. et al. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. **International Dairy Journal**, Barking, v. 18, p. 951-955, Sept. 2008.

GIRALDO-ZUÑIGA, A. D. et al. 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.

HOSKEN, F. S. Doce de leite: durabilidade e cristalização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 24, n. 147, p. 10-17, nov./dez. 1969.

HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 604-611, 1990.

HUFFMAN, L. M. Processing whey protein for use as a food ingredient. **Food Technology**, Chicago, v. 50, p. 49-52, Feb. 1996.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**, Essex, v. 59, p. 81-84, 1998.

KLEIN, M. P.; JONG, E. V.; RÉVILLION, J. P. P. Utilização da β -galactosidase para prevenção da cristalização em doce de leite. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1530-1535, nov./dez. 2010.

LAGRANGE, V.; DALLAS, P. Produtos de soro dos EUA: disponibilidade, recursos tecnológicos, aplicações. **Revista Engenharia de Alimentos**, São Paulo, n. 15, p. 27-29, 1997.

LETHUAUT, L. et al. Sweetness-texture interactions in model dairy desserts: effect of sucrose concentration and the carrageenan type. **International Dairy Journal**, Barking, v. 13, n. 8, p. 631-641, 2003.

LIMA, T. J.; ALVES, M. A. M.; COSTA, M. A. S. Avaliação sensorial de doce de leite com calda de café. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 5., 2010, Maceió. **Anais...** Maceió: [s. n.], 2010. Disponível em: < <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/view/1745>>. Acesso em: 17 jul. 2012.

LIMA, U. A. et al. **Biotecnologia industrial**: processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo: E. Blucher, 2001. v. 3, p. 125-154.

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, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2005.

MADRID, V. A.; CENZANO, I., VICENTE, J. M. **Manual de indústria dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. p. 489-495.

MARTINEZ, E.; HOUGH, G.; CONTARINI. Sandiness prevention in dulce de leche by seeding with lactose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 612-616, Mar. 1990.

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).

MIZUBUTI, I. Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 151, n. 1, p. 80-94, 1994.

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.

MUHR, A. H.; BLANSHARD, J. M. V. Effect of polysaccharide stabilizers on the rate of growth of ice. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 21, n. 6, p. 638-710, Dec. 1986.

NICKERSON, T. A. Lactose crystallization in ice cream. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, n. 3, p. 354-359, 1962.

NICKERSON, T. A.; MOOR, E. E. Solubility interrelations of lactose and sucrose. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 60-61, jan./fev. 1972.

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.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 2 v. 279 p.

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

PÁDUA, F. R. M. **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, 2002.

PARKER, R.; RING, S. G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 34, p. 1-17, 2001.

PERRONE, I. T. **Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite**. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite: aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: [s. n.], 2011. 185 p.

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.

PINTO, R. V. Doce de leite: fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 37-38, set./out. 1979.

RANALLI, N.; ANDRÉS, S. C.; CALIFANO, A. N. Physicochemical and rheological characterization of “dulce de leche”. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 43, p. 115-123, 2012.

REIS, K. C. et al. Teste de aceitabilidade de iogurte com adição de café solúvel e cappuccino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: [s. n.], 2002. p. 257-259.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: E. Blucher, 2004. p. 81.

RIBEIRO, H. S. **Obtenção e aplicação de concentrado proteico de soro de leite bovino em produtos cárneos**. 2001. 195 p. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição Aplicada a Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, Wageningen, n. 17, p. 20-27, 2002.

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.

SANTOS, D. M.; MARTINS, J. F. P.; SANTOS, N. C. Arenosidade e outros problemas do doce de leite. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 52, p. 61-80, jul./ago. 1977.

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

SILVA, K. **Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino**: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais. 2004. 113 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TERÁN-ORTIZ, G. P. **Efeito de adição de gomas xantana e locusta na cinética de inibição de cristalização de açúcares em doce de leite**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

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. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1993.

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

WONG, D. W. S.; CARMIRAND, W. M.; PAVLAT, A. E. Structures and functionalities of milk proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, n. 36, v. 8, p. 807-844, 1996.

ZIMMERMANN, J. V. et al. Physicochemical, sensorial and rheological properties of *doce de leite* with Xanthan Gum and Whey protein concentrate. **Ciência Agrônômica e Engenharia**, Ponta Grossa, v.13, n. 3, p. 53-59, 2007.

CAPÍTULO 2 Fabricação e avaliação sensorial de doce de leite com café com adição soro lácteo e amido modificado

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 trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a aceitação de doce de leite com café com adição de soro lácteo e amido modificado, por meio de teste de aceitação, para a determinação de sua vida de prateleira. As análises dos resultados foram realizadas por meio da análise de superfície de resposta, ANOVA, teste de médias e mapa de preferência obtido a partir da análise de fatores paralelos (PARAFAC). 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, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras, e observou-se através do teste de médias que as amostras 4, 5 e 6 se destacaram em todos os atributos sensoriais (aparência, textura, sabor e impressão global), no entanto, a partir do teste de médias, não foi possível escolher o melhor tratamento. A análise do mapa de preferência interno de três vias para cor, sabor, textura e impressão global obtida para as amostras de doces, demonstrou que as amostras 4 e 5 foram as mais aceitas, e, como não houve diferença na aceitação em relação à essas amostras, a formulação 4, que apresentou a maior concentração de soro, foi escolhida para a realização da vida de prateleira.

Palavras-chave: Teste de aceitação. Superfície de resposta. Mapa de preferência.

ABSTRACT

Sensory analysis is a very important field in the food industry as it contributes to numerous activities such as new product development, quality control, reformulation and cost reduction of products. This study was conducted with the objective to evaluate the acceptance of dulce de leche with coffee added whey and modified starch, through acceptance testing to determine its shelf-life. The results analyzes were performed by analyzing the response surface, ANOVA, averages test and a map preference obtained from the parallel factors analysis (PARAFAC). The response surface methodology, by itself, was not enough to find the best formulation for preparing dulce de leche with coffee. By ANOVA, a significant difference ($p \leq 0.05$) among the samples, and observed through averages test that samples 4, 5 and 6 have excelled in all sensory attributes (appearance, texture, flavor and overall impression) however, from averages test has not been possible to choose the best treatment. The analysis of the internal preference map of three ways for color, flavor, texture and overall impression obtained for sweets samples, showed that samples 4 and 5 were the most accepted, and as there was no difference in acceptance in relation to these samples, formulation 4, which had the highest whey concentration, was chosen to perform the shelf-life.

Keywords: Acceptance test. Response surface. Preference map.

1 INTRODUÇÃO

O doce de leite é um produto típico da América Latina, produzido e consumido em grande escala no Brasil e na Argentina. É basicamente um produto resultante da cocção do leite com açúcar até a concentração e caramelização desejada. O doce de leite apresenta elevado valor nutricional por conter proteínas e minerais, além do alto conteúdo energético (FEIHRMANN; CICHOSKI; REZENDE, 2004). O uso de amido ou amidos modificados é permitido na concentração máxima de $0,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ de leite. Diferentes espessantes também podem ser utilizados para a produção do doce de leite (BRASIL, 1997).

Atualmente, o consumidor tem dado preferência por produtos que apresentam altos padrões de qualidade. Produtos com boas características sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura e aceitação geral) são de grande importância na indústria de alimentos, pois contribuem para assegurar a liderança do produto no mercado. As técnicas de análise sensorial disponíveis permitem diagnosticar os tipos e causas dos defeitos na qualidade do produto, o que é fundamental para se definir medidas preventivas na produção, processamento e distribuição (MADRONA et al., 2009).

Dentre os testes utilizados, 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 (MSR) 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). 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 mapa de preferência interno multidimensional obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC) torna possível analisar simultaneamente as interações entre a preferência dos consumidores, levando em conta os diferentes atributos avaliados para cada produto, o que pode facilitar a seleção de amostras favoritas, sendo assim, uma ferramenta útil para a análise dos testes de aceitação do consumidor permitindo a extração de informações relevantes e a visualização gráfica dessas informações com interpretabilidade melhorada (NUNES et al., 2011).

Neste estudo objetivou-se verificar a melhor formulação de doce de leite com café com adição de soro lácteo e amido modificado, por meio de respostas

sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação, para a realização de sua vida de prateleira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Para a fabricação dos doces, utilizou-se: leite integral pasteurizado, soro lácteo líquido, proveniente da fabricação do queijo Minas Frescal, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, amido de milho modificado (Amidogem 8500) fornecido pela Gemacom Tech®, citrato de sódio e café solúvel extraforte.

As embalagens utilizadas foram potes de vidro com tampa rosqueável de capacidade de 250 mL.

2.2 Formulação

Foram elaboradas 11 formulações de doce, as variáveis estudadas foram a porcentagem de substituição de leite por soro lácteo e a concentração de amido modificado (Tabela 1).

Tabela 1 Formulação dos doces

	LEITE (%)	SORO (%)	CAFÉ (%)	SACAROSE (%)	CITRATO (%)	AMIDO (%)
1	85	15	1	20	0,08	0,5
2	55	45	1	20	0,08	0,5
3	85	15	1	20	0,08	1
4	55	45	1	20	0,08	1
5	91,15	8,85	1	20	0,08	0,75
6	48,85	51,15	1	20	0,08	0,75
7	70	30	1	20	0,08	0,397
8	70	30	1	20	0,08	1,10
9	70	30	1	20	0,08	0,75
10	70	30	1	20	0,08	0,75
11	70	30	1	20	0,08	0,75

A concentração de café foi determinada no trabalho de Ferreira (2009)

2.3 Fabricação do doce de leite

A produção do doce de leite foi realizada na Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O equipamento empregado consistiu de um tacho aberto (Macanuda®, Joinville, Santa Catarina) com pá giratória vertical e capacidade de trabalho de 20 litros de leite.

Os doces foram elaborados seguindo tecnologia sugerida por Martins e Lopes (1981).

Primeiramente, foram colocados no tacho o leite e o soro, na devida proporção. Logo após, adicionou-se bicarbonato para a correção da acidez para 1g e 0,8g de ácido láctico L⁻¹ de leite e soro, respectivamente. Em seguida, adicionaram-se os outros ingredientes, açúcar, citrato de sódio e amido (o amido foi previamente diluído em parte do leite utilizado na fabricação). Iniciou-se, então, o processo de concentração do doce de leite com agitação até atingir um teor de sólidos solúveis de ±70%. Atingido o ponto final, adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água). Após a adição do café, os doces foram envasados e armazenados para a realização da análise sensorial. No fluxograma abaixo (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

As porcentagens de açúcar (20%), citrato (0,08%) e café (1%) foram calculadas em relação à mistura (leite + soro). As porcentagens de amido foram calculadas em relação à mistura (leite + soro) e essa porcentagem variou entre as formulações, como demonstra a Tabela 1.

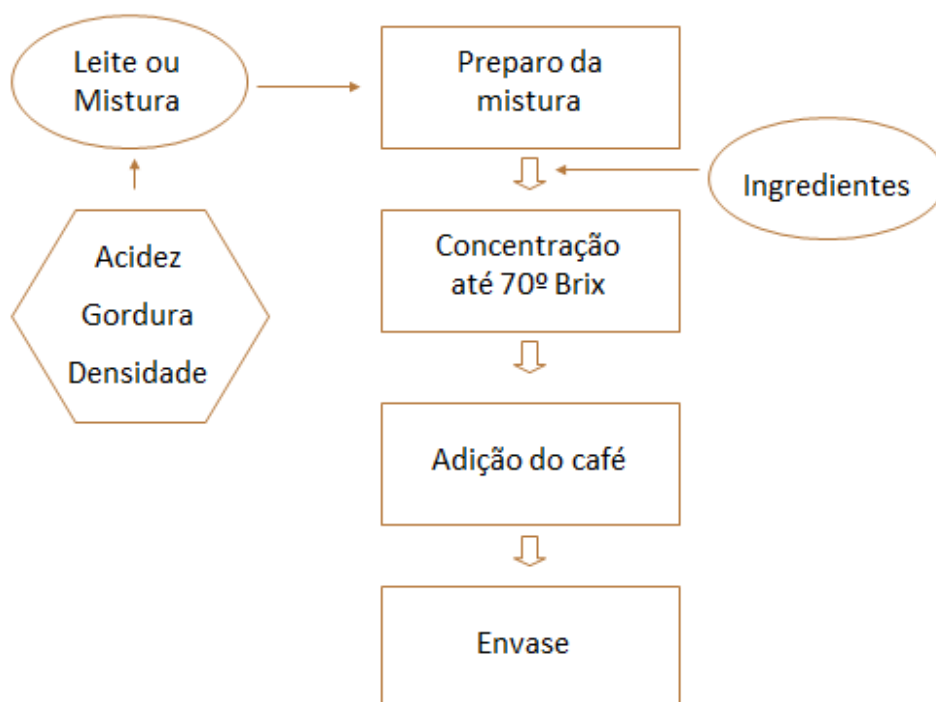


Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce

2.4 Avaliação sensorial

A análise foi realizada por 60 consumidores de doce de leite e café, de idade variada. 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 e Mcfie (1995), em duas sessões. Foi fornecido biscoito “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) (Figura 2), foram utilizadas no teste de aceitação dos doces, conforme Stone e Sidel (1993).

NOME:					
FAIXA ETÁRIA () 15 a 25 () 26 a 36 () 37 a 47 () 48 a 58 () 59 a 70 DATA: / /					
1- Por favor, avalie as amostras de doce de leite com café e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR, COR e IMPRESSÃO GLOBAL (MODO GERAL).					
9-Gostei extremamente	Amostra	Textura	Sabor	Cor	Impressão Global
8-Gostei muito					
7-Gostei moderadamente					
6-Gostei ligeiramente					
5-Indiferente					
4-Desgostei ligeiramente					
3-Desgostei moderadamente					
2-Desgostei muito					
1-Desgostei extremamente					

Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação

2.5 Delineamento experimental

Foi realizado um delineamento composto central rotacional (DCCR), fatorial completo 2^2 (nível ± 1) com a adição de 3 pontos centrais (nível 0) e pontos axiais (níveis $\pm 1,41$), totalizando 11 ensaios (Tabela 2). O valor de α é função do número de variáveis independentes (k), sendo definido pela equação 1 (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995). Como são duas variáveis independentes, o valor de α é 1,41.

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

Tabela 2 Planejamento fatorial completo composto central (2^2), com duas variáveis independentes, três repetições no ponto central (c) e quatro pontos axiais dos doces

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	x_1	x_2	$X_1(\%)$	$X_2(\%)$
1	-1	-1	15	0,5
2	+1	-1	45	0,5
3	-1	+1	15	1
4	+1	+1	45	1
5	-1,41	0	8,85	0,75
6	+1,41	0	51,15	0,75
7	0	-1,41	30	0,397
8	0	+1,41	30	1,10
9	0	0	30	0,75
10	0	0	30	0,75
11	0	0	30	0,75

x_1 = porcentagem de substituição de leite por soro lácteo; x_2 = porcentagem de adição de amido.

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.

2.6 Análise Estatística

A avaliação dos resultados foi realizada a partir de análise por superfície de resposta, ANOVA, teste de médias e análise de fatores paralelos, conforme descrito nos itens a seguir.

2.6.1 Análise por Superfície de Resposta

Para verificar os efeitos das variáveis independentes (porcentagem de substituição de soro por leite e porcentagem de adição de amido) e de suas interações sobre as respostas avaliadas (cor, 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, 1995).

2.6.2 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, $p \leq 0,05$). As análises de variância e o teste de médias foram realizados no *software* Sisvar (FERREIRA, 2000).

2.6.3 Análise por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC)

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, os resultados da avaliação sensorial foram analisados por mapa de preferência interno de três vias, por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC) de acordo com Nunes et al. (2011), para avaliação simultânea dos dados de aceitação em relação aos atributos cor, sabor, textura e impressão global, para isso, obteve-se a média dos escores de aceitação das três repetições (ensaios 9, 10 e 11) no ponto central, visto que esses apresentam a mesma

formulação e não há necessidade de compararmos a média dos mesmos tratamentos.

O gráfico foi gerado utilizando-se o *software* Matlab (versão 7.5., Natick, MA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise por Superfície de Resposta

Na análise estatística utilizando metodologia de superfície de resposta, não foi possível escolher a melhor formulação, pois os fatores estudados, porcentagem de substituição de leite por soro lácteo e porcentagem de adição de amido e as interações soro lácteo x amido não influenciaram significativamente ($p \geq 0,05$) na aceitação dos atributos sensoriais (cor, sabor, textura e impressão global) avaliados pelos consumidores (Tabela 3).

Tabela 3 Efeito estimado, erro puro 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
Cor	Média	7,88	0,15	0,00**	53,88
	Soro (L)	0,14	0,15	0,38	0,98
	Soro (Q)	-0,03	0,19	0,88	-0,16
	Amido (L)	0,02	0,15	0,90	0,13
	Amido (Q)	-0,20	0,19	0,36	-1,03
	SoroxAmido	0,04	0,21	0,86	0,19
Sabor	Média	7,72	0,11	0,00**	69,27
	Soro (L)	0,03	0,11	0,82	0,24
	Soro (Q)	0,10	0,15	0,53	0,69
	Amido (L)	0,20	0,11	0,14	1,81
	Amido (Q)	-0,26	0,15	0,16	-1,75
	SoroxAmido	0,20	0,16	0,27	1,27
Textura	Média	7,57	0,29	0,00**	26,53
	Soro (L)	0,20	0,29	0,52	0,71
	Soro (Q)	0,28	0,38	0,50	0,73
	Amido (L)	-0,06	0,29	0,83	-0,23
	Amido (Q)	-0,24	0,38	0,56	-0,64
	SoroxAmido	-0,23	0,40	0,60	-0,57

“Tabela 3, conclusão”

Atributos sensoriais	Fator	Efeito	Erro puro	P	t
Impressão global	Média	7,66	0,22	0,00**	34,53
	Soro (L)	0,08	0,22	0,74	0,36
	Soro (Q)	0,18	0,29	0,57	0,61
	Amido (L)	0,05	0,22	0,84	0,22
	Amido (Q)	-0,23	0,30	0,48	-0,78
	SoroxAmido	0,10	0,31	0,77	0,32

(L) – termo linear; (Q) – termo quadrático; p – significância estatística; **significativo ao nível de 1%; t – coeficiente t

Portanto, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo matemático para as variáveis, cor, sabor, textura e impressão global e nem gerar uma superfície para essas variáveis. Em função disso, os resultados foram avaliados por outras metodologias estatísticas.

3.2 Análise por ANOVA e teste de médias

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

Na Tabela 4 estão representados os valores médios das notas atribuídas pelos provadores para os atributos cor, textura, sabor e impressão global para os 9 tratamentos de doce de leite.

As médias para Impressão Global, atributo de análise geral do produto, variaram de 7,2 a 8,0, o que corresponde na escala hedônica às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”, respectivamente.

Tabela 4 Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos cor, textura, sabor e impressão global dos doces analisados

FORMULAÇÕES	COR	TEXTURA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
1	7,62 a	7,10bc	7,50 a	7,34bc
2	7,64 a	7,72ab	7,34 a	7,40abc
3	7,86 a	7,78ab	7,72 a	7,72abc
4	7,96 a	7,9a	7,96 a	7,98a
5	7,68 a	7,80ab	7,82 a	7,86ab
6	8,00 a	7,78 a	7,84 a	7,86ab
7	7,84 a	7,68ab	7,48 a	7,72abc
8	7,50 a	6,86c	7,46 a	7,18c
9	7,93 a	7,64ab	7,74 a	7,73abc
CV (%)	11,91	14,42	14,07	12,93

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey. CV% = coeficiente de variação

Observou-se que as amostras 4, 5 e 6 se destacaram em todos os atributos sensoriais (cor, textura, sabor e impressão global), no entanto, a partir do teste de médias, não foi possível escolher o melhor tratamento, pois, apesar das amostras 4, 5 e 6 terem se destacado, essas foram consideradas estatisticamente semelhantes às outras amostras, como pode ser observado na Tabela 4.

O coeficiente de variação (CV%) demonstra a pequena variação nas notas (Tabela 4).

Dessa forma, analisaram-se os dados de aceitação da cor, sabor, textura e impressão global por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC).

3.3 Análise de fatores paralelos (PARAFAC)

Para construir o mapa de preferência interna de três vias, obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC), modelos utilizando de 1 a 4 fatores foram montados a fim de escolher o número adequado de fatores. Os resultados são apresentados na Tabela 5. Como sugere o valor de corcondia, um modelo de três fatores foi escolhido. O modelo explicou 34,92% da variância e apresentou um valor de corcondia de 64,54%.

Tabela 5 Modelos obtidos através de dados de aceitação dos doces analisados

Nº de fatores	Variância (%)	Corcondia (%)
1	13,5259	100
2	25,5278	99,6025
3	34,9213	64,5363
4	43,8449	30,3556

Na Figura 3 está representado o mapa de preferência interno de três vias.

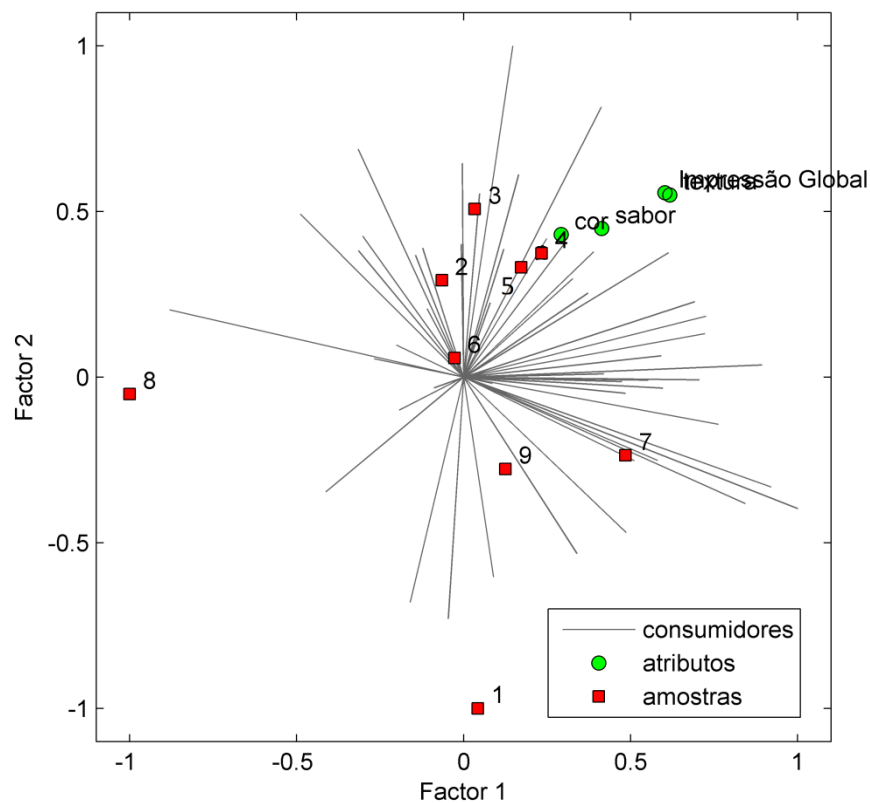


Figura 3 Mapa de preferência interno de três vias para cor, sabor, textura e impressão global obtido para as amostras de doces

Através da distribuição dos vetores que representam os consumidores, observa-se que as amostras 4 e 5 foram as mais aceitas, seguidas pelas amostras 6, 3 e 2. Por outro lado, as amostras 7, 9, 8 e 1 foram as menos preferidas.

Esses resultados do mapa de preferência interno de três vias (análise multivariada) concordam com aqueles obtidos pela análise de variância (análise univariada) e pelo teste de média, nos quais as amostras 4, 5 e 6 apresentaram em conjunto as maiores médias de aceitação.

Pode-se verificar na Figura 1 que os atributos textura, sabor e impressão global influenciaram a separação das amostras 4 (45% de soro) e 5 (8,85%), ou seja, essas amostras receberam maiores notas na escala hedônica para esses atributos. Como não houve diferença na aceitação em relação às amostras 4 e 5, a formulação 4, que apresentou a maior concentração de soro, foi escolhida para a realização da vida de prateleira.

Ferreira et al. (2009) avaliaram a aceitação de doce de leite sabor café, com e sem adição de soro. Segundo Ferreira et al. (2011) os doces apresentaram boa aceitação e a adição de soro não interferiu na aceitação dos doces.

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

Diante dos resultados, não foi possível determinar uma concentração ótima de soro lácteo e amido, que resultasse em um doce com maior aceitação e sim um melhor tratamento.

4 CONCLUSÃO

A análise da avaliação sensorial, demonstrou que amostras 4 e 5 foram as mais aceitas, e, como não houve diferença na aceitação em relação à essas amostras, o tratamento 4, que apresentou a maior concentração de soro, foi escolhida para a realização da vida de prateleira.

REFERÊNCIAS

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

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. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 4 set. 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

FEIHRMANN, A. C.; CICHOSKI, A. J.; REZENDE, D. F. Doce de leite (revisão). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 21-23, 2004.

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.

FERREIRA et al. Avaliação sensorial de doce de café com leite e soro: teste afetivo e mapa de preferência. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 18, 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009.

FERREIRA, L.O. **Elaboração de Doce de Leite com café e soro de queijo**. Lavras, 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

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, 2005.

MADRONA, G. S. et al. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, out./dez. 2009.

MARKETO, C. G. et al. 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).

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.

NUNES, C. A. et al. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.

REIS, R. C. et al. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 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.

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.

CAPÍTULO 3 Características qualitativas do doce de leite com café adicionado de soro lácteo e amido modificado durante o armazenamento

RESUMO

A vida útil de um alimento indica o período de conservação de suas características sensoriais e microbiológicas, podendo ser determinada por meio de análises microbiológicas, sensoriais, físico-químicas, físicas e químicas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o efeito do tempo de armazenamento nas características físicas, químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de doce de leite com café com adição de soro e amido modificado e determinar a vida de prateleira do doce por meio dos resultados obtidos na análise microbiológica, na análise de cristalização e no teste de aceitação. Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo na acidez titulável, nas variáveis de cor b^* e L^* e nos parâmetros de textura (dureza, adesividade, coesividade e gomosidade). Não houve formação de cristais de lactose, durante todo o período de estocagem do doce. A qualidade microbiológica do doce foi mantida por 180 dias. O tempo não influenciou na aceitação do doce em relação ao sabor, textura e impressão global. Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 180 dias.

Palavras-chave: Armazenamento. Qualidade microbiológica. Sensorial. Cristalização.

ABSTRACT

The food life indicates the shelf-life of their sensory and microbiological characteristics may be determined by microbiological, sensory, physico-chemical, physical and chemical analyzes. This work was carried out with the objective to verify the storage time effect on physical, chemical, physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of dulce de leche with coffee added whey and modified starch and determine the sweet shelf-life through the results obtained in the microbiological analysis, crystallization analysis and acceptance testing. It was found that the storage time exercised significant effect on the titratable acidity in the color variables b^* and L^* and in the texture parameters (hardness, adhesiveness, cohesiveness and gumminess). There was no formation of lactose crystals during all storage period of the sweet. The sweet microbiological quality was kept for 180 days. The time did not influenced in the sweet acceptance in relation flavor, texture and overall impression. From the results, may determine the sweet shelf-life obtained at 180 days.

Keywords: Storage. Microbiological quality. Sensory. Crystallization.

1 INTRODUÇÃO

O prazo de validade de um produto é definido como o tempo em que o mesmo mantém suas propriedades, quando conservado na embalagem original e sem avarias, em condições adequadas de armazenagem e utilização (GALLINA; ROGALSKY; ALVES, 2009).

A vida de prateleira pode ser determinada por meio de uma série de análises, realizadas em conjunto em tempos fixados previamente. As análises físico-químicas têm o objetivo de avaliar se os componentes do alimento estão sofrendo alterações, as análises microbiológicas têm a função de detectar a existência de prováveis formas de contaminação, as análises físicas têm o poder de verificar se modificações estruturais estão ocorrendo no alimento, e a análise sensorial, que por meio de provadores identifica as alterações nas características sensoriais do alimento. Essas análises serão executadas até o ponto em que ao menos uma das características avaliadas seja considerada insatisfatória (MESQUITA, 2011).

No caso do doce de leite pastoso, o prazo de validade está associado à qualidade dos ingredientes, aos procedimentos de Boas Práticas de Fabricação e às técnicas de processamento, principalmente à etapa de acondicionamento do produto nas embalagens (plásticas ou de vidro). A matéria-prima, no caso o leite, não deve apresentar anormalidade de cor, sabor, odor ou aparência. O doce de leite pode ser adicionado de outros ingredientes, como por exemplo, coco, passas ou nozes. Esses ingredientes também podem reduzir a vida útil do produto, se contiverem alta carga de micro-organismos deteriorantes ou patogênicos, se não forem bem selecionados, se estiverem mal acondicionados ou se estiverem mantidos em locais quentes e abafados. Dependendo dos fatores citados, a durabilidade de um Doce de Leite Pastoso produzido adequadamente varia entre 160 a 180 dias. É importante ressaltar que a ANVISA (Agência

Nacional de Vigilância Sanitária) considera que o prazo de validade de um alimento processado é sempre de responsabilidade do seu produtor. Cabe ao fabricante determinar corretamente o tempo da vida de prateleira (*shelf-life*) do seu produto (GALLINA; ROGALSKY; ALVES, 2009).

O doce de leite é um produto que apresenta boa estabilidade química e microbiológica, porém baixa estabilidade física (MACHADO; VIOTTO, 2009). 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 (MARGAS et al., 1982; SANTOS, 1976).

No doce de leite, com a adição de cerca de 25% de sacarose e com o aumento da concentração de sólidos, é inevitável que após algum tempo de armazenamento, ocorra o aparecimento de cristais no doce (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 1977). Aliado a isso, a utilização do soro lácteo na tecnologia de fabricação do doce de leite aumenta o teor de lactose no doce, o que favorece o aparecimento de cristais de lactose perceptíveis ao paladar. Portanto, o controle da cristalização é o principal problema na produção de doce de leite.

O emprego de amido de milho, nativo ou modificado, na fabricação do doce de leite, além de contribuir para a consistência e rendimento do produto em função da retenção de água, auxilia no controle da cristalização da lactose (MACHADO; VIOTTO, 2009).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito do tempo de armazenamento nas características físicas, químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de doce de leite com café com adição de soro e amido modificado e determinar a vida de prateleira do doce por meio dos resultados obtidos na análise microbiológica, na análise de cristalização e no teste de aceitação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Para a fabricação do doce, utilizou-se: leite integral pasteurizado, soro lácteo líquido, proveniente da fabricação do queijo Minas Frescal, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, amido de milho modificado (Amidogem 8500) fornecido pela Gemacom Tech®, citrato de sódio e café solúvel extraforte.

As embalagens utilizadas foram potes de vidro com tampa rosqueável com capacidade de 250 mL.

2.2 Formulação

A formulação (Tabela 1) do doce de leite para avaliação da vida de prateleira foi otimizada conforme apresentado no Capítulo 2. O objetivo da otimização foi determinar a porcentagem de soro e amido, através da análise sensorial, utilizando-se um delineamento central composto rotacional (DCCR) com fatorial completo 2^2 , cujas variáveis independentes foram: porcentagem de substituição de leite por soro e porcentagem de adição de amido de milho (o amido foi previamente diluído em parte do leite utilizado na fabricação) modificado.

Tabela 1 Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da vida de prateleira

	Leite (%)	Soro (%)	Café (%)	Sacarose (%)	Citrato (%)	Sorbato de potássio (%)	Amido (%)
Formulação	55	45	1	20	0,08	0,02	1

2.3 Métodos

As metodologias utilizadas neste trabalho são descritas abaixo.

2.3.1 Fabricação do doce de leite

A produção do doce de leite foi realizada na Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O equipamento empregado consistiu de um tacho aberto (Macanuda®, Joinville, Santa Catarina) com pá giratória vertical e capacidade de trabalho de 20 litros de leite.

Os doces foram elaborados seguindo uma tecnologia sugerida por Martins e Lopes (1981).

Primeiramente, foram colocados no tacho o leite e o soro, na devida proporção. Logo após, adicionou-se bicarbonato para a correção da acidez para 1g e 0,8g de ácido láctico L⁻¹ de leite e soro, respectivamente. Em seguida, adicionaram-se os outros ingredientes, açúcar, citrato de sódio e amido. Iniciou-se, então, o processo de concentração do doce de leite com agitação até atingir um teor de sólidos solúveis de ±70%. Atingido o ponto final, adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água) e o sorbato de potássio. Após a adição do café, os doces foram envasados em

potes de vidro e armazenados em câmara (Eletrolab®) modelo EL202, com temperatura controlada em 25°C, sendo essa a temperatura média do Estado de Minas Gerais (TONIETTO; VIANELLO; REGINA, 2006), e fotoperíodo, ausência/presença de luz por 12 horas com o propósito de simular as condições de luminosidade às quais os produtos são submetidos dentro dos supermercados.

No fluxograma (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

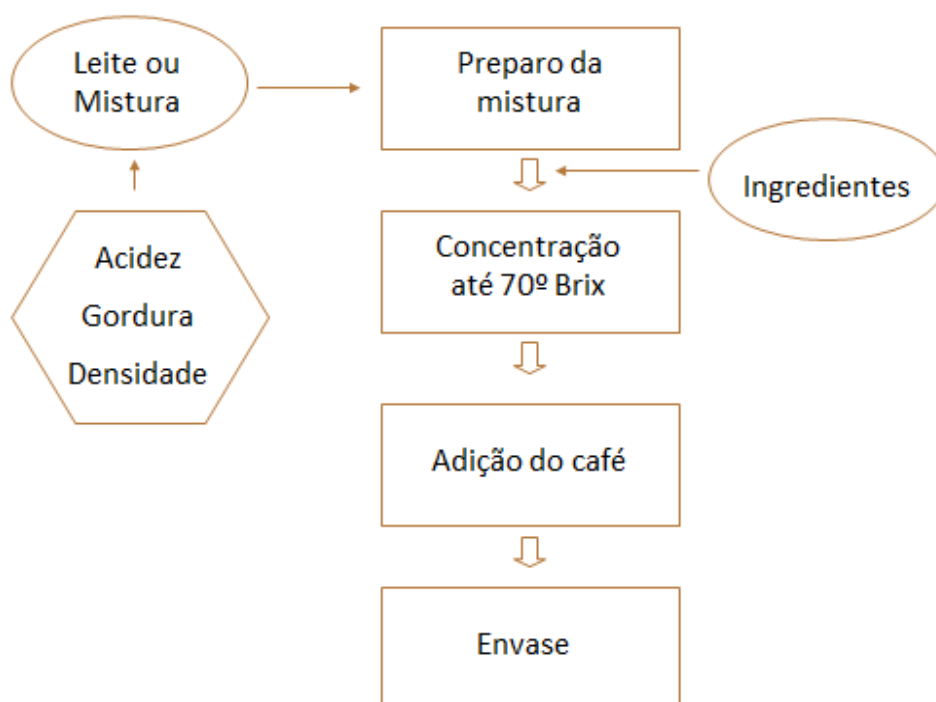


Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce

As porcentagens de açúcar (20%), citrato de sódio (0,08%), amido (1%), sorbato (0,02%) e café (1%) foram calculadas em relação à mistura (leite + soro).

2.3.2 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

Para determinação das características físico-químicas do leite e do soro foram realizadas análises de acidez titulável (°D), teor percentual de gordura e de extrato seco total (EST). As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir.

2.3.3 Caracterização do doce de leite

Para a caracterização do doce de leite foram realizadas análises de umidade, gordura, proteína, cinzas, açúcares totais, carboidratos, sólidos solúveis, valor calórico e rendimento. As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.4 Alterações durante o armazenamento

As avaliações dos doces foram realizadas mensalmente para acompanhar as alterações de acidez titulável, atividade de água (a_w), cor, contagem de fungos e leveduras, *Staphylococcus coagulase* positiva, coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* sp. e avaliação da cristalização. A cada 2 meses foi realizada análise sensorial. As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir.

2.3.5 Determinação da vida de prateleira

A partir do resultado da análise microbiológica, sensorial e cristalização, foi estimada a vida de prateleira do produto, levando-se em consideração os seguintes critérios:

- a) **Teste microbiológico:** fez-se uma comparação entre os resultados encontrados e a legislação vigente, com o propósito de verificar se a qualidade microbiológica do doce estava dentro do limite estabelecido pela Portaria nº354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) e pela RDC nº 12 de 2001 (ANVISA, 2001).
- b) **Teste de aceitação:** observaram-se as notas médias ao longo dos 180 dias de análise a fim de verificar quando houve rejeição do doce (notas médias abaixo de cinco).
- c) **Teste de cristalização:** observou-se o número e a quantidade de cristais de lactose presente no doce ao longo de 180 dias de análise a partir de visualizações em microscópio. Para avaliar se os cristais formados seriam perceptíveis sensorialmente foi empregada uma tabela para detecção da arenosidade sugerida por Hough, Martinez e Contarini (1990), que estabelece os tamanhos dos cristais variando de 0 a 105 μm , sendo que o caráter arenoso do doce de leite, conferido pelos cristais de lactose, é uma função do tamanho e do número de cristais. Cristais menores que 6 μm , o caráter arenoso não é percebido, mesmo que toda a lactose do doce esteja cristalizada, acima desse tamanho a percepção é dependente do número de cristais para os diferentes tamanhos (HOUGH; MARTINEZ; CONTARINI, 1990). Portanto, se verificado a presença de cristais perceptíveis, será determinado o fim da vida de prateleira do doce.

2.4 Métodos analíticos

As metodologias analíticas utilizadas neste trabalho são descritas abaixo.

2.4.1 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

- a) **Acidez titulável do leite e soro** – a acidez titulável foi determinada através de titulação com solução Dornic, (indicador: fenolftaleína a 1,0%) e os resultados expressos em porcentagem de ácido láctico (BRASIL, 2006).
- b) **Percentual de Gordura do leite e do soro** - os teores de gordura do leite e do soro foram determinados pelo método volumétrico de Gerber (BRASIL, 2006).
- c) **Teor de extrato seco total do leite e do soro** - o teor de extrato seco total (EST) foi obtido a partir do Disco de Ackermann (BRASIL, 2006).

2.4.2 Caracterização do doce de leite

- a) **Umidade** - foi determinada gravimetricamente após secagem em estufa a 65°C, segundo *Association of Official Analytical Chemistry* - AOAC (2006).
- b) **Gordura** - o conteúdo de lipídeos no doce foi calculado pela equação 1, proposta por Perrone, Stephani e Neves (2011).

$$\%G = (MLI \times \%GLI + MS \times \%GS) \times 100 \quad (1)$$

em que,

% G = Porcentagem de gordura;

MLI = massa de leite integral (Kg) ou volume de leite (L);

%GLI = porcentagem de gordura do leite integral (m/v);

MS = massa de soro (Kg) ou volume de soro (L);

%GS = porcentagem de gordura do soro (m/v).

- c) **Proteína** - as proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl, conforme descrito pela AOAC (2006), tendo os valores de nitrogênio sido multiplicados pelo fator de conversão 6,38, para os valores equivalentes de proteína.
- d) **Cinzas** - o teor de cinzas foi medido gravimetricamente após calcinação das amostras em mufla a 550°C, segundo AOAC (2006).
- e) **Açúcares totais** - os açúcares foram determinados pelo método de Antrona, conforme Dische (1962).
- f) **Carboidratos** - o teor de carboidratos foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibras totais conforme AOAC (2006).
- g) **Sólidos solúveis** - a concentração de sólidos solúveis foi determinada através de leitura refratométrica a 20°C.
- h) **Valor calórico** - para o cálculo do valor energético dos doces, consideraram-se os fatores de conversão de Atwater, sendo 4 kcal.g⁻¹ para proteínas e carboidratos e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios (TORRES et al., 2000).
- i) **Rendimento do doce** - o rendimento do doce foi avaliado utilizando-se a equação 2, proposta por Perrone, Stephani e Neves (2011).

$$R = \frac{SM}{SD} \times 100 \quad (2)$$

em que:

R = rendimento;

SM = matéria seca da mistura (leite + soro + sacarose + citrato + bicarbonato + espessante + café);

SD = matéria seca do doce.

2.4.3 Alterações durante o armazenamento

Para avaliar o efeito do tempo nas características do doce foram realizadas análises de acidez, atividade de água (a_w), avaliação de cor, textura, cristalização, análises microbiológicas e sensoriais, conforme metodologias descritas a seguir.

2.4.3.1 Avaliação físico-química

- a) **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 (BRASIL, 2006).
- b) **Atividade de água (a_w)**: a atividade de água dos doces foram determinadas empregando-se equipamento AquaLab (Decagon modelo 3 TE), com leituras em temperatura controlada de $25 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

2.4.3.2 Avaliação 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, conforme

Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989), 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 (-).

2.4.3.3 Avaliação de textura

A análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA) foi realizada em texturômetro *Stable Micro Systems*, modelo TAXT2i. Os parâmetros analisados foram: dureza (D), adesividade (A), elasticidade (E), coesividade (C) e gomosidade (G), descritos por Szczesniak (1963):

- a) **dureza**: força necessária para produzir uma deformação na amostra;
- b) **coesividade**: extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura;
- c) **elasticidade**: velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força;
- d) **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 dos doces. 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: 5,0 s; força de contato: 5,0 g; probe: cilindro acrílico de 20,0 mm (P20), conforme Machado (2005).

2.4.3.4 Avaliação da cristalização

A avaliação da cristalização da lactose foi realizada através do método proposto por Hough, Martinez e Contarini (1990). A amostra de doce de leite foi pesada sobre uma lâmina, na quantidade aproximada de 0,003g. Sobre a amostra colocou-se uma lamínula. Com o apoio de outra lâmina foi exercida uma pressão sobre a lâmina com o doce, a fim de que a amostra formasse uma fina camada de aspecto circular de, aproximadamente, 10 mm de diâmetro. A lâmina preparada foi avaliada em microscópio de luz polarizada modelo 49901-35 PAL COLOR, com objetivas de 10x e 40x. Para a determinação do número de cristais, foram tiradas fotos de 10 campos microscópicos, escolhidos de maneira aleatória, com uma câmera da marca Meiji.

2.4.3.5 Avaliação microbiológica

A Portaria n° 354 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), estabelece que, para doce de leite, sejam realizadas análises de fungos e leveduras e *Staphylococcus coagulase* positiva, porém, a RDC n°12 de 2001 (ANVISA, 2001) estabelece que, para doce de leite sejam realizadas análises de Coliformes a 45°, *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp. Para garantir a qualidade microbiológica do produto, foram realizadas análises de coliformes totais (coliformes a 35°C) e termotolerantes (coliformes a 45°C), fungos e leveduras e *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp conforme metodologias descritas na Instrução Normativa n° 62, que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (BRASIL, 2003).

2.4.3.6 Avaliação sensorial

A análise foi realizada por 50 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 doce em copos descartáveis codificados com números de três dígitos. 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 do doce para a avaliação dos atributos aparência, sabor, textura e impressão global, conforme Stone e Sidel (1993) (Figura 2).

NOME: _____ FAIXA ETÁRIA () 15 a 25 () 26 a 36 () 37 a 47 () 48 a 58 () 59 a 70 DATA: / / 1- Por favor, avalie as amostras de doce de leite com café e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR, e IMPRESSÃO GLOBAL (MODO GERAL).			
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			

Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Para a avaliação do efeito do tempo nas características do doce de leite e determinação de sua vida de prateleira, foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com um tratamento e três blocos, sendo que, cada bloco constitui uma tachada de doce.

Para a determinação do efeito do tempo nas características do doce de leite com café e soro, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando significativos foram ajustados modelos de regressão para avaliar o efeito do tempo. O processamento dos dados foi realizado no *software* Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

A composição média do soro e do leite utilizados na fabricação do doce está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 Características físico-químicas do leite e soro utilizados na fabricação do doce de leite com café e amido

Análise	Leite Pasteurizado	Soro Lácteo
Acidez (g ácido láctico/100 mL leite)	17	13
Gordura (%)	3,50	0,30
Extrato seco total (%)	11,8	6,6

3.2 Caracterização do doce de leite

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas e rendimento do doce obtido.

Tabela 3 Médias das análises físico-químicas e rendimento da formulação de doce de leite com café e amido e de doce tradicional

Parâmetros	Doce de leite com soro	Doce de leite tradicional*
Umidade (%)	32	30
Proteína (%)	6,36	6,7
Gordura (%)	4,45	7,6
Cinzas (%)	1,69	1,7
Açúcares Totais (%)	50,46	53,7
Sólidos solúveis (%)	66	69
Carboidratos (%)	87,51	-
Valor calórico (kcal.100g ⁻¹)	415,49	-
Rendimento (%)	46,27	53,61

Fonte: Perrone, Stephani e Neves (2011)

*Doce de leite tradicional, sem soro e café

Segundo a Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), 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). Observa-se na tabela 3 que, em relação ao conteúdo de gordura, o doce obtido apresentou teor abaixo do limite estabelecido pela legislação, isso ocorreu devido a não padronização do teor de gordura da mistura (leite + soro), visto que, o soro possui baixo conteúdo de gordura em relação ao leite (Tabela 2), uma alta concentração desse, resultou em um doce com baixo teor de gordura. Observa-se que o doce apresentou uma redução de 41,45% no teor de gordura quando comparado com um doce tradicional, o que pode levá-lo a denominação de um produto *light* ou reduzido em gordura. Segundo a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, um produto para ser considerado *light* em relação ao teor de gordura deve apresentar

uma redução mínima de 25% no conteúdo de gorduras totais em relação ao produto convencional (ANVISA, 2012).

O doce apresentou teor de umidade um pouco acima do permitido (Tabela 3), conseqüentemente, esse maior teor de umidade se deve à retenção de água pelo amido. Konkel et al. (2004), demonstraram que em doces elaborados com um excesso de amido, houve um excesso de umidade. No entanto, o excesso de amido adicionado permitiu a obtenção de um doce com consistência adequada, mesmo com um teor de umidade elevado, inclusive acima do limite máximo estabelecido pela legislação vigente. O que corrobora com os resultados obtidos.

O doce de leite obtido, em relação aos teores de cinza e proteína (Tabela 3), encontra-se dentro do limite estabelecido pela legislação.

Ferreira et al. (2012) avaliaram o efeito da substituição de leite por soro de leite e o efeito da adição de café na qualidade química do doce de leite. Segundo os autores, o aumento da concentração de soro aumentou o teor de umidade e diminuiu os teores de proteína e gordura, o que corrobora com os resultados obtidos. A adição de café alterou somente a umidade dos doces, sendo menor quanto maior a concentração de café.

Machado (2005) encontrou teores de 4,08% de proteína, 7,00% de gordura, 37,27% de umidade, 1,59% de cinzas e 49,74% de rendimento para o doce de leite elaborado com 0,75% de amido e 45% de soro.

O rendimento encontrado foi de 46,27%, abaixo do encontrado por Machado (2005). Segundo Martins e Lopes (1981), a gordura é essencial para o rendimento e textura do produto final. Nesse sentido, o baixo teor de gordura proporcionou um menor rendimento, porém não afetou a textura, já que o amido realizou a função da gordura. Segundo Alexander (1995), 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.

3.3 Alterações durante o armazenamento

O efeito do tempo nas características de qualidade do doce é discutido abaixo.

3.3.1 Avaliação físico-química

Na Tabela 4, é demonstrado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de acidez titulável e atividade de água para o doce com amido.

Tabela 4 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis acidez titulável e atividade de água do doce de leite com café e amido

Causas de variação	p valor		
	GL	AT	a _w
Tempo (t)	6	0,0000**	0,0572
Repetição	2	0,2621	0,1827
Erro	12		
Total corrigido	20		
CV (%)		2,14	0,79
Média geral		0,38	0,86

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. AT - acidez titulável; a_w - atividade de água

Observa-se na Tabela 4 que o tempo de armazenamento não influenciou a atividade de água (a_w). Segundo Ferramondo et al. (1984), a alta concentração de solutos no doce de leite resulta em 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 apresenta certa estabilidade microbiológica. Observa-se que, de um modo geral, a atividade de água apresentada durante o tempo de armazenamento foi de 0,86, valor que contribui para a conservação do produto. No entanto, nessa atividade de água, fungos ou leveduras podem ocorrer, se o produto for estocado à temperatura ambiente por longos períodos de tempo ou se houver falhas no processo de envase (FERRAMONDO et al., 1984).

Machado (2005) encontrou resultados semelhantes, observou que a atividade de água foi pouco afetada pelo tempo de estocagem, a média da atividade de água foi de 0,824, durante o tempo de estocagem, para o doce de leite elaborado com 45% de soro e 0,75% de amido.

Ferramondo et al. (1984) encontrou valores médios de a_w entre 0,81-0,85 para os seis tipos de doce de leite tradicional.

O tempo de armazenamento exerceu efeito significativo na acidez titulável (Tabela 4). O modelo ajustado com o respectivo coeficiente de determinação (R^2) para os resultados dessa variável encontra-se no Gráfico 1.

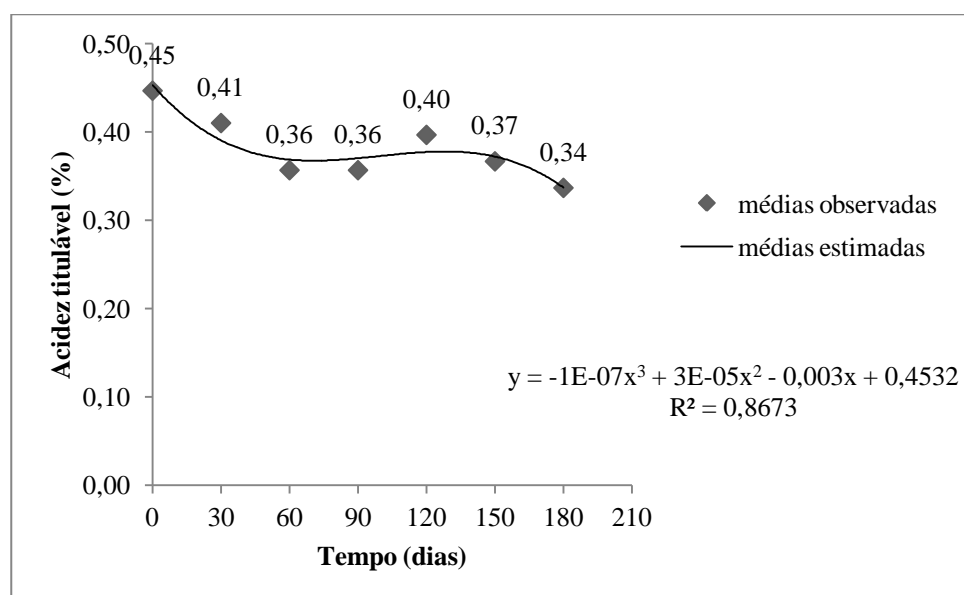


Gráfico 1 Valores médios de acidez titulável ao longo do armazenamento do doce

Observa-se pela análise do Gráfico 1 que houve uma diminuição da acidez nos primeiros 60 dias, após esse período o doce estabilizou, voltando a apresentar um aumento da acidez após 90 dias, voltando a diminuir após 120 dias. No entanto, mesmo com essa variação, o tempo promoveu diminuição da acidez, que passou de 0,45 a 0,34.

Machado (2005) observou que a acidez do doce de leite elaborado com 0,75% de amido e 45% de soro lácteo armazenado por 240 dias aumentou até 90 dias de armazenamento, pós esse período a acidez se manteve constante, voltando a aumentar após 210 dias.

3.3.2 Avaliação de cor

Na Tabela 5, está representado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de cor L*, b* e a*.

Tabela 5 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de cor (L*, a* e b*) do doce de leite com café e amido

Causas de variação	GL	p valor		
		L*	a*	b*
Tempo (t)	3	0,0162*	0,0924	0,0147*
Repetição	2	0,6047	0,5639	0,7976
Erro	6			
Total corrigido	11			
CV (%)		2,90	5,27	7,10
Média geral		30,16	10,38	13,22

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Observa-se na Tabela 5, que o tempo de armazenamento influenciou apenas a componente L* e b*, que são os componentes que caracterizam a cor do doce. Segundo Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989) os parâmetros mais importantes para a avaliação da cor de doce de leite são a luminosidade (L) e o teor amarelo (b).

Os Gráficos 2 e 3 representam a variação de L* e b*, respectivamente, ao longo do armazenamento.

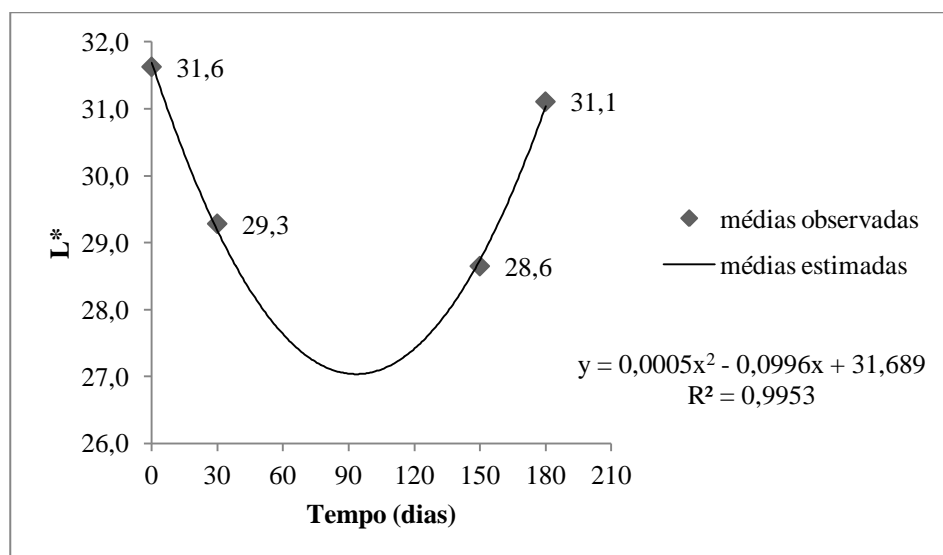


Gráfico 2 Valores médios de L* ao longo do armazenamento do doce

Em relação aos valores de L* (Gráfico 2), houve um decréscimo nos primeiros 30 dias de armazenamento, voltando a 31,10 após 180 dias de armazenamento.

O valor L expressa a luminosidade ou claridade da amostra, quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra. Analisando os valores médios de L* ao longo do armazenamento (Gráfico 2), pode-se afirmar que o doce apresentou cor escura, o que pode ser constatado na Figura 1, que apresenta a foto do doce obtido.

O valor médio obtido (30,16) foi menor que os valores observados (48-49) por Machado (2005). Essa diferença de cor se deve a adição de café, que proporcionou ao doce uma cor mais escura (Figura 3) em relação ao doce de leite tradicional.



Figura 3 Foto do doce de leite com soro e café com adição de amido

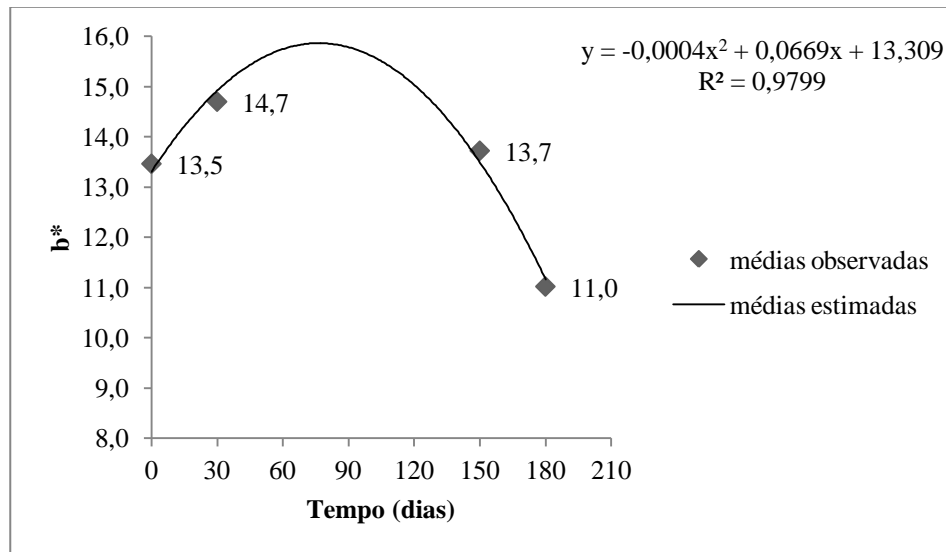


Gráfico 3 Valores médios de b* ao longo do armazenamento do doce

Quanto aos valores de b*, o doce apresentou comportamento diferente. O Gráfico 3 indica um aumento no valor de b* até 60 dias, após esse período, o

valor de b^* decaiu de 14,7 para 11,0. O componente b^* varia de amarelo (+) a azul (-). Como todos os valores de b^* foram positivos, isso significa que os doces só apresentaram reflexão de comprimento de onda associado à cor amarela.

Apesar das variações apresentadas nos componentes L^* e b^* , essa alteração de cor não foi perceptível visualmente.

Em relação à intensidade do componente amarelo (b^*), o valor médio obtido (13,22) encontrou-se muito abaixo dos valores observados por Machado (2005). Observa-se que a adição de café também influenciou a componente de cor b^* .

Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989) avaliaram a cor de diferentes marcas comerciais de doce de leite pastoso de origem argentina e uma amostra brasileira. Segundo Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989), excetuando-se a amostra brasileira, que se caracterizou pelos valores mais elevados de L^* (47,03) e b^* (21,37), as demais amostras apresentaram baixos valores de L^* (26,21 a 37,20) e b^* (12,32 a 18,31).

No entanto, mesmo em doce de leite tradicional, observa-se uma diferença acentuada de cor. A cor do doce de leite é um padrão regional, possivelmente por esse motivo, diferenças entre os resultados dos trabalhos são perceptíveis.

Segundo Richards, Silva e Becker (2007), no Brasil, percebe-se grande variação de cor entre as diferentes marcas, isso se deve, à utilização de formulações e processos produtivos personalizados pelas empresas produtoras de doce de leite.

3.3.3 Avaliação de textura

Na Tabela 6, está demonstrado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de textura.

Tabela 6 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de textura do doce de leite com café e amido

Causas de variação	p valor					
	GL	D	A	E	C	G
Tempo (t)	5	0,0000**	0,0000**	0,0217*	0,0005**	0,0000**
Repetição	2	0,0003**	0,1706	0,1353	0,3208	0,0026**
Erro	10					
Total	17					
corrigido						
CV (%)		5,92	17,13	1,54	3,75	6,47
Média geral		130,80	366,70	0,93	0,64	82,30

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. *Significativo ao nível de 5% pelo teste F
D: Dureza; A: Adesividade; E: Elasticidade; C: Coesividade; G: Gomosidade

Observa-se na Tabela 6, que todas as variáveis de textura sofreram influência do tempo de armazenamento.

Os Gráficos de 4 a 8 apresentam a variação de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade, respectivamente, ao longo do armazenamento do doce, e os modelos ajustados com os respectivos coeficientes de determinação (R^2) para essas variáveis.

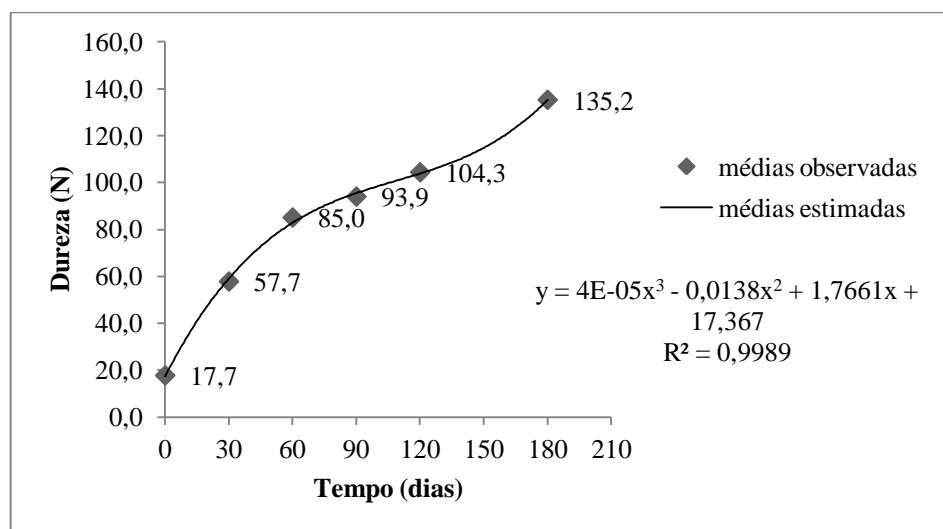


Gráfico 4 Valores médios de dureza ao longo do armazenamento do doce

Observa-se no Gráfico 4 um aumento da intensidade de dureza com o aumento do tempo de armazenamento do doce. Isso provavelmente está relacionado com a ocorrência de uma pequena exsudação de água com decorrer do tempo de armazenamento do doce, o que resultou em um doce mais agregado e de textura mais firme. Observou-se ao longo do armazenamento, uma pequena camada de água na superfície do doce, que mais dava ao doce uma característica brilhosa do que comprometia sua qualidade, porém não foi possível quantificá-la em função de o volume ser muito pequeno.

Machado (2005) observou que os doces elaborados com 45% de soro apresentavam uma menor estabilidade física, um aumento da estabilidade foi verificado com o uso de 0,75% de amido. Segundo Machado (2005), como o soro apresenta menor teor de sólidos em relação ao leite, a sua utilização resulta em maior tempo de cozimento, o que pode gerar um sobre aquecimento do amido e provocar o rompimento dos grânulos, com consequente liberação de água retida na geleificação, durante o período de estocagem.

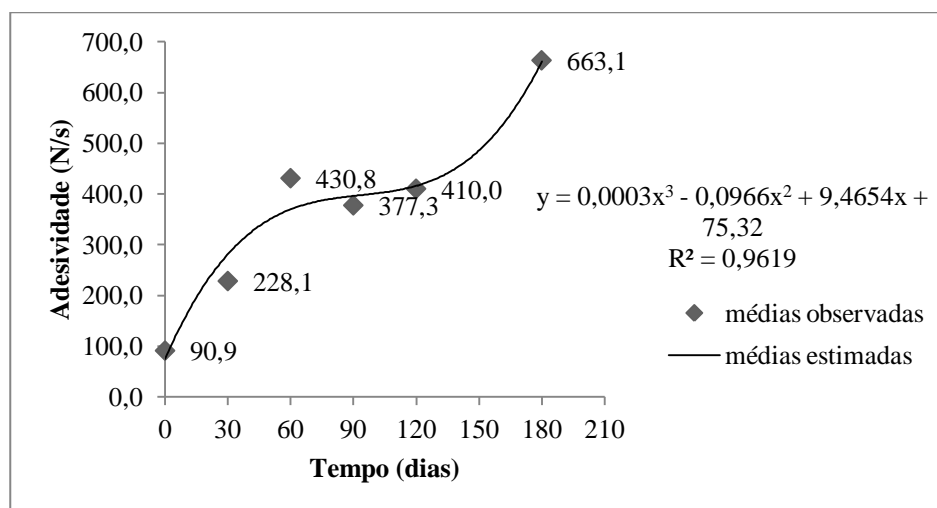


Gráfico 5 Valores médios de adesividade ao longo do armazenamento do doce

O tempo de armazenamento provocou aumento da adesividade (Gráfico 5), que passou de 90,9 a 663,1 ao final do período de estocagem. Machado (2005) observou resultados semelhantes.

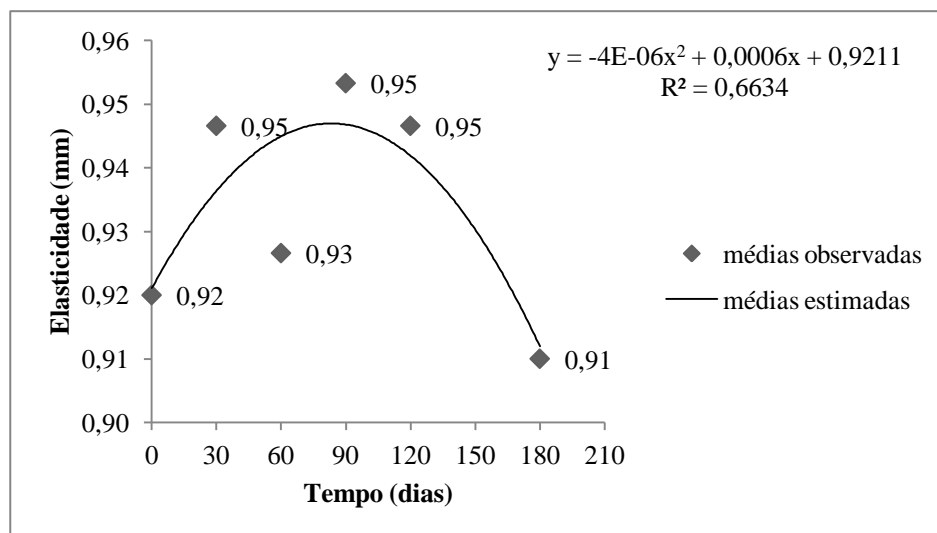


Gráfico 6 Valores médios de elasticidade ao longo do armazenamento do doce

Com relação à elasticidade (Gráfico 6), houve um aumento e ao final do armazenamento ela decaiu. Apesar de estatisticamente significativas, essas diferenças não devem ter significância prática, pois a variação foi muito pequena.

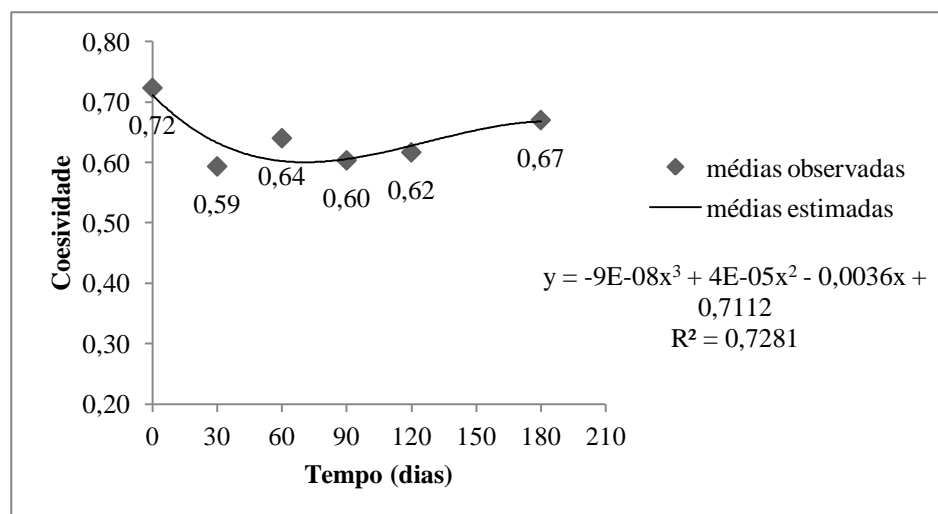


Gráfico 7 Valores médios de coesividade ao longo do armazenamento do doce

O tempo de armazenamento provocou uma redução da coesividade (Gráfico 7) que passou de 0,72 a 0,67. Esses resultados corroboram com os observados por Machado (2005), que em seu estudo observou uma leve redução da coesividade dos doces ao longo do tempo de estocagem, independente da concentração de amido, o que atribuiu a uma pequena retrogradação do amido. Machado (2005) observou também, que doces elaborados com maiores concentrações de amido apresentaram maior coesividade, devido ao aumento de água ligada com o aumento da adição de amido, resultando em um doce com estrutura mais coesa.

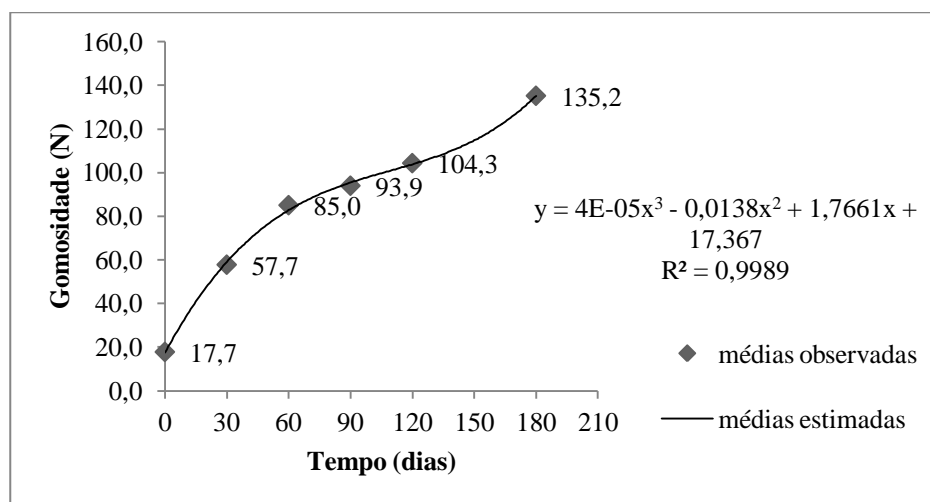


Gráfico 8 Valores médios de gomosidade ao longo do armazenamento do doce

A gomosidade (Gráfico 8) aumentou com o tempo de armazenamento dos doces, passando de 17,7 a 135,2 no sexto mês de armazenamento.

Machado (2005) observou comportamento semelhante, ou seja, os doces produzidos apresentaram maior gomosidade ao final do armazenamento. Para o doce de leite produzido com 45% de soro e 0,75% de amido, Machado (2005) encontrou valores que variaram de 12,98 no tempo zero a 30,29 após seis meses de armazenamento, valores inferiores ao encontrado no presente estudo.

3.3.4 Avaliação da cristalização

Até o final da vida útil do doce de leite não houve formação de cristais. Nas avaliações microscópicas ao longo de seis meses de armazenamento dos doces, observou-se a presença de outros cristais, mas não foi observada a presença de cristais de lactose. Na literatura não foram encontradas informações a respeito da cristalização em doce de leite, que não fosse originada da lactose. Na Figura 4 está representado o cristal encontrado no doce.

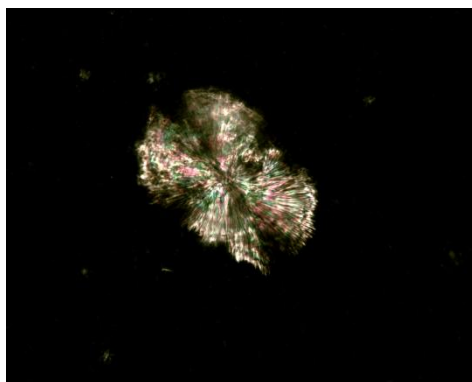


Figura 4 Fotomicrografia de um cristal encontrado no doce de leite com café com adição de soro e amido, com aumento de 40x

Após a análise do cristal presente no doce em estudo, foi possível compará-lo ao cristal de gordura do leite, a Figura 5 ilustra uma imagem digitalizada de um cristal de gordura do leite.



Figura 5 Imagem digitalizada da gordura do leite, após resfriamento lento a 30°C, aumento de 40x

Fonte: Rodrigues, Anton e Gioielli (2003)

Observa-se a semelhança do cristal encontrado com o cristal de gordura do leite.

Segundo Lopez et al. (2005), a gordura do leite pode cristalizar em 4 formas distintas, dependendo das condições de resfriamento: sub- α , α , β -prima (β') e β . No entanto, independentemente da velocidade de resfriamento, a forma polimórfica β' é a mais comum na gordura do leite, com forma de esferulito (LOPES et al., 2005; NARINE; MARANGONI, 1999).

Portanto, analisando as figuras, observa-se que os cristais encontrados no doce em estudo, possivelmente são cristais de gordura na forma polimórfica β' , pois podem ser comparados à esferulitos, caracterizados por cristais com núcleo compacto, cercado de agulhas longas e finas distribuídas radialmente.

Machado e Viotto (2007) demonstraram que a adição de 0,75% de amido modificado e 45% de soro lácteo, proporcionou a obtenção de doces isentos de cristais de lactose até o nono mês de armazenamento.

3.3.5 Avaliação microbiológica

Na Tabela 7 estão representados os critérios e os resultados obtidos para a contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva, fungos e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* sp.

Tabela 7 Padrão microbiológico do doce de leite durante o tempo de armazenamento do doce de leite com café e amido

	<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva (UFC g ⁻¹)	Fungos e leveduras (UFC g ⁻¹)	Coliformes Totais (NMP g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC g ⁻¹)
Máximo permitido	1 x 10 ²	1 x 10 ²	5 x 10 ¹	Aus
Tempo (dias)				
0	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
30	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
60	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
90	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
120	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
150	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus
180	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	Aus

Os resultados obtidos para *Staphylococcus coagulase* positiva, fungos e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* sp.(Tabela 7) demonstraram que, em todos os tempos, as amostras de doce de leite atenderam aos padrões preconizados pela Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) e pela RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), indicando que todo o processo, incluindo o envase, foi conduzido em condições higiênicas.

Machado (2005) demonstrou que independente da concentração de soro ou da porcentagem de amido utilizada na fabricação de doce de leite pastoso, em todos os doces obtidos não foi detectada a presença de *Staphylococcus coagulase* positiva e a baixa contagem de fungos e leveduras garantiu um doce estável microbiologicamente por seis meses de estocagem, o que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

Silva et al. (2011) avaliaram as condições higiênico-sanitárias de amostras de doce de leite pastoso produzido por uma indústria da cidade de

Tocantins-MG, os resultados obtidos indicaram que todas as amostras atenderam ao padrões preconizados pela legislação.

Timm et al. (2007) estudaram a qualidade microbiológica de 28 amostras de doce de leite fracionado em porções, para serem vendidos a granel, em supermercados na cidade de Pelotas e isolou *Salmonella* sp. de uma das amostras. Também foi encontrada uma alta contagem de mesófilos aeróbios, alta contagens de fungos e de *Staphylococcus coagulase* negativa em uma das amostras. O que demonstra que o maior problema na contaminação do doce de leite está relacionado com a sua venda fracionada (à granel), o que justifica a adoção de rigoroso controle na inspeção e fiscalização do comércio desse alimento.

3.3.6 Avaliação sensorial

Na Tabela 8, está elucidado um resumo dos resultados da análise de variância o teste de aceitação.

Tabela 8 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para o teste de aceitação do doce de leite com café e amido

Causas de variação	p valor			
	GL	Sabor	Textura	Impressão Global
Tempo (t)	3	0,1136	0,4600	0,1037
Provedor		0,0145*	0,0743	0,0000**
Erro	196			
Total corrigido	199			
CV (%)		10,51	8,99	8,23
Média geral		8,13	8,22	8,15

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. *Significativo ao nível de 5% pelo teste F

Conforme apresentado na Tabela 8, o tempo não influenciou na aceitação do doce, ou seja, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) em relação ao sabor, textura e impressão global, em todos os meses de análise.

Já era esperado que o fator “provedor” fosse significativo ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$), em função de sua grande heterogeneidade, porém para a textura, os provedores comportaram-se de maneira semelhante.

Observa-se que em todos os atributos avaliados a nota média foi superior a 8, o que corresponde na escala hedônica à categoria “gostei muito”. Portanto, independente do tempo, os doces apresentaram uma ótima aceitação.

3.4 Determinação da vida de prateleira

Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 180 dias, pois até o final do armazenamento o doce apresentou-se apto para o consumo humano, em termos microbiológicos (Tabela7).

As notas obtidas no teste de aceitação foram superiores a 6 (Tabela 9), e a partir desse escore existe referência ao “gostar do produto”, portanto, não é possível estabelecer sua rejeição antes desse período.

Tabela 9 Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sabor, textura e impressão global dos doces analisados do doce de leite com café e amido

AMOSTRA Tempo (dias)	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
0	8,14	8,24	8,02
60	8,34	8,34	8,32
120	8,13	8,16	8,19
180	7,92	8,12	8,06

Quanto à cristalização, o emprego do amido modificado na formulação do doce de leite retardou a formação de cristais até o sexto mês de armazenamento, contrariando Coelho et al. (1982), Pinto (1979) e Santos, Martins e Santos (1977), para os quais o problema da cristalização só se torna aparente após 40, 30 e 45 dias de estocagem do produto, respectivamente.

O soro lácteo por proporcionar maior teor de lactose no doce, não interferiu na cristalização durante o armazenamento, possivelmente, isso ocorreu devido à presença do amido. Segundo Margas et al. (1982) o emprego do amido modificado na fabricação do doce de leite proporciona maior retenção de água e aumenta a viscosidade do doce, o que dificulta a movimentação das moléculas de lactose, impedindo assim a cristalização.

Poucos são os trabalhos disponíveis sobre os temas “efeito do tempo nas características do doce de leite” e “vida de prateleira de doce de leite”, a maior parte são desenvolvidos no Brasil e na Argentina e geralmente estão

relacionados à qualidade microbiológica, caracterização, avaliação sensorial e cristalização.

4 CONCLUSÃO

Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo na acidez titulável, nas variáveis de cor b^* e L^* e nos parâmetros de textura (dureza, adesividade, coesividade e gomosidade).

Não houve formação de cristais de lactose, durante todo o período de estocagem do doce.

A qualidade microbiológica do doce foi mantida por 180 dias.

O tempo não influenciou na aceitação do doce em relação ao sabor, textura e impressão global, o que demonstra que as variações de acidez, cor e textura não comprometeram a qualidade sensorial do produto.

Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 180 dias.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, revogando a portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01.rdc.htm>. Acesso em: 6 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 nov. 2012. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html>. Acesso em: 21 dez. 2012.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 18. ed. Arlington, 2006. 1141p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68. Métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2003. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 ago. 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 set. 1997. Disponível em: <[http:// extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultar Legislacao.do?operacao =visualizar&id=1229](http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229)>. Acesso em: 29 jul. 2012.

COELHO, E. B. B. et al. Utilização de beta-D-galactosidase no controle da cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 37, n. 221, p. 7-11, maio/jun. 1982.

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

FERRAMONDO, A. et al. 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, 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.

FERREIRA et al. Adição de soro de leite e café na qualidade do doce de leite pastoso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1314-1319, jul, 2012.

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.

GALLINA, D. A.; ROGALSKY, A. D.; ALVES, A. T. S. Comparação de métodos para determinação do extrato seco total em doce de leite pastoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 370, p. 10-13, set/out. 2009.

HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 604-611, 1990.

KONKEL, F. E. et al. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 249-254, 2004.

LOPEZ, C. et al. Thermal and structural behavior of anhydrous milk fat. 3. Influence of cooling rate. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 2, p. 511-526, 2005.

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, 2005.

MACHADO, L. M. P.; VIOTTO, W. H. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. **Revista Ciência e Cultura**, Barretos, v. 2, n. 2, p. 69-74, nov. 2007.

MARGAS, M. M. et al. 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).

MESQUITA, K. S. **Vida-de-prateleira de goiabada cascão diet adicionada de prebiótico**: alterações físicas, químicas, físico-químicas, sensoriais e microbiológicas. 2011. 117 p. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

NARINE, S. S.; MARANGONI, A. G. Relating structure of fat crystal networks to mechanical properties: a review. **Food Research International**, Barking, v. 32, n. 4, p. 227-248, 1999.

PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite: aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: [s. n.], 2011. 185 p.

PINTO, R. V. Doce de leite: fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 37-38, set./out. 1979.

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.

RODRIGUES, J. N.; ANTON, C.; GIOIELLI, L. A. Cristalização de lipídeos estruturados obtidos a partir de gordura do leite e óleo de milho. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 93-103, jan./mar. 2003.

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.

SANTOS, D. M.; MARTINS, J. F. P.; SANTOS, N. C. Arenosidade e outros problemas do doce. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 52, p. 61-80, jul./ago. 1977.

SILVA, R. S. et al. Qualidade microbiológica de requeijão e doce de leite pastoso produzidos em Tocantins –MG. **Revista Perspectivas online: Biológicas e Saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 1, n. 1, p. 92-98, 2011.

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.

TIMM, C. D. et al. Avaliação microbiológica de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 275-277, 2007.

TONIETTO, J.; VIANELLO, R. L.; REGINA, M. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 32-35, set./out. 2006.

TORRES, E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 145-150, 2000.

CAPÍTULO 4 Fabricação e avaliação sensorial de doce de leite com café com adição soro lácteo e goma xantana

RESUMO

A análise sensorial é uma avaliação de fundamental importância para a indústria de alimentos. Dentre os testes sensoriais disponíveis para se 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. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a aceitação de doce de leite com café com adição de soro lácteo e goma xantana, por meio de teste de aceitação, para a determinação de sua vida de prateleira. As análises dos resultados foram realizadas por ANOVA, teste de médias e mapa de preferência obtido a partir da análise de fatores paralelos (PARAFAC). Pela ANOVA, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as amostras, no entanto, a partir do teste de médias, não foi possível escolher o melhor tratamento. A análise do mapa de preferência interno de três vias para sabor, textura e impressão global obtido para as amostras de doces, demonstrou que a amostra G2 foi a mais aceita. Observou-se através de histograma de frequência, que a amostra G2 foi a que recebeu maior porcentagem de julgamentos (55%) na categoria do ideal (0) em relação à consistência. Portanto, elegeu-se a formulação G2 como a preferida pelos consumidores, sendo essa amostra a escolhida para a realização da vida de prateleira.

Palavras-chave: Teste de aceitação. Mapa de preferência. PARAFAC.

ABSTRACT

Sensory analysis is an assessment of fundamental importance for the food industry. Among the sensory tests available to measure the acceptance and preference of consumers with relation to one or more products, the hedonic scale, the attitude scale and the ideal are the most used. This study was conducted with the objective to evaluate the dulce de leche with coffee acceptance added whey and xanthan gum, through acceptance testing to determine its shelf-life. The results analyzes were performed by ANOVA, average test and a preference map obtained from the parallel factors analysis (PARAFAC). By ANOVA, no significant difference ($p \geq 0.05$) among samples, however, from the average test, it was not possible to choose the best treatment. The analysis of the internal preference map of three ways for flavor, texture and overall impression obtained for sweets samples, showed that samples G2 were the most accepted. It was observed through histogram frequency, that sample G2 was that receiving the highest trials percentage (55%) of the ideal category (0) regarding consistency. Therefore, the formulation G2 was chosen as preferred by consumers, this sample being chosen to carry out the shelf-life.

Keywords: Acceptance testing. Preference map. PARAFAC.

1 INTRODUÇÃO

Tecnologicamente, o doce de leite se enquadra entre os leites conservados pela evaporação e adição de açúcar, de modo que, em função da alta pressão osmótica criada, pode ser conservado à temperatura ambiente. Em sua composição uma extensa lista de aditivos e coadjuvantes de processamento é permitida. O emprego de gomas em até 5000 mg.Kg^{-1} de produto é permitido (BRASIL, 1997).

A qualidade de um produto lácteo pode ser observada por duas perspectivas. Uma objetiva, que é representada por um conjunto de características intrínsecas ao produto, que são características físicas, nutricionais e higiênicas do produto. Outra subjetiva, associada às preferências do consumidor, ou seja, seus gostos pessoais no que diz respeito à qualidade sensorial, que é composta de um conjunto de características sensoriais que levam à aceitação ou rejeição do produto: apresentação do produto, forma, textura, sabor, etc. (SCALCO; TOLEDO, 2002).

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 histogramas (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).

Os resultados de testes afetivos são, tradicionalmente, avaliados por análise de variância univariada e teste de médias (STONE; SIDEL, 1993). 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 mapa de preferência interno multidimensional obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC) torna possível analisar simultaneamente as interações entre a preferência dos consumidores, levando em conta os diferentes atributos avaliados para cada produto, o que pode facilitar a seleção de amostras favoritas, sendo assim, uma ferramenta útil para a análise dos testes de aceitação do consumidor permitindo a extração de informações relevantes e a visualização gráfica dessas informações com interpretabilidade melhorada (NUNES et al., 2011).

Neste estudo objetivou-se verificar a melhor formulação de doce de leite com café com adição de soro lácteo e goma xantana, por meio de respostas sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação, para a realização de sua vida de prateleira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Para a fabricação dos doces, utilizou-se: leite integral pasteurizado, soro lácteo líquido, proveniente da fabricação do queijo Minas Frescal, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, citrato de sódio, goma xantana (GastronomyLab®) e café solúvel extraforte.

As embalagens utilizadas foram potes de vidro com tampa rosqueável com capacidade de 250 mL.

2.2 Formulação

Foram elaboradas 3 formulações de doce, as variáveis estudadas foram concentração de goma xantana (Tabela 1).

Tabela 1 Formulação dos doces

	LEITE (%)	SORO (%)	CAFÉ (%)	SACAROSE (%)	CITRATO (%)	GOMA (%)
G1	55	45	1	20	0,08	0,025
G2	55	45	1	20	0,08	0,015
G3	55	45	1	20	0,08	0,005

A concentração de café foi determinada no trabalho de Ferreira (2009)

2.3 Fabricação do doce de leite

A produção do doce de leite foi realizada na Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O equipamento empregado consistiu de um tacho elétrico aberto (Macanuda®, Joinville, Santa Catarina) com pá giratória vertical e capacidade de trabalho de 20 litros de leite.

Os doces foram elaborados seguindo uma tecnologia sugerida por Martins e Lopes (1981).

Primeiramente, foram colocados no tacho o leite e o soro, na devida proporção. Logo após, adicionou-se bicarbonato para a correção da acidez para 1g e 0,8g de ácido láctico L⁻¹ de leite e soro, respectivamente. Em seguida, adicionaram-se os outros ingredientes, açúcar, citrato de sódio e goma xantana (a goma xantana foi previamente diluída em parte do leite (quente) utilizado na fabricação, para isso utilizou-se liquidificador industrial). Iniciou-se, então, o processo de concentração do doce de leite com agitação até atingir um teor de sólidos solúveis de ±70%. Atingido o ponto final, adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água). Após a adição do café, os doces foram envasados e armazenados para a realização da análise sensorial.

No fluxograma (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

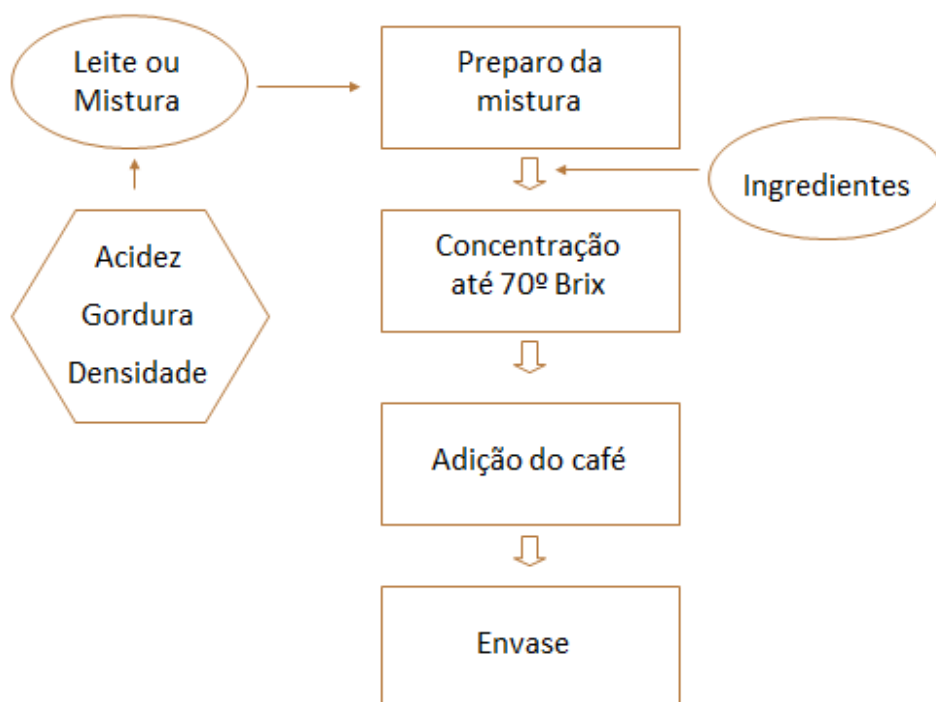


Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce

As porcentagens de açúcar (20%), citrato (0,08%) e café (1%) foram calculadas em relação à mistura (leite + soro). As porcentagens de goma foram calculadas em relação à mistura (leite + soro) e essa porcentagem variou entre as formulações, como demonstra a Tabela 1.

2.4 Avaliação sensorial

A análise foi realizada por 60 consumidores de doce de leite e café com idade variada. 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 e Mcfie

(1995), em duas sessões. Foi fornecido biscoito “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) (Figura 2), foram utilizadas no teste de aceitação dos doces, conforme Stone e Sidel (1993). Como a única variável em estudo é a concentração de goma, responsável por alterar a textura do produto, utilizou-se também o teste com a escala do ideal, segundo Minim (2006), para avaliação do qual ideal encontrava-se a consistência do produto (Figura 3). Utilizou-se a escala estruturada mista de sete pontos em que, (+3) corresponde ao produto muito mais consistente que o ideal; (0) ideal; (-3), muito menos consistente que o ideal.

NOME: _____ FAIXA ETÁRIA () 15 a 25 () 26 a 36 () 37 a 47 () 48 a 58 () 59 a 70 DATA: / / 1- Por favor, avalie as amostras de doce de leite com café e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR, e IMPRESSÃO GLOBAL (MODO GERAL).																			
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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Textura</th> <th>Sabor</th> <th>Impressão Global</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Amostra	Textura	Sabor	Impressão Global														
Amostra	Textura	Sabor	Impressão Global																

Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação

NOME:													
FAIXA ETÁRIA () 15 a 25 () 26 a 36 () 37 a 47 () 48 a 58 () () 59 a 70 DATA: / /													
1-Indique na escala abaixo o QUÃO IDEAL encontra-se a CONSISTÊNCIA das amostras.													
+3- muito + consistente que o ideal (muito dura).	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Consistência</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> </tbody> </table>	Amostra	Consistência										
Amostra		Consistência											
+2- moderadamente mais consistente que o ideal													
+1- ligeiramente mais consistente que o ideal													
0- ideal													
-1- ligeiramente menos consistente que o ideal													
-2- moderadamente menos consistente que o ideal													
-3- muito menos consistente que o ideal (muito mole)													

Figura 3 Ficha utilizada no teste com escala do ideal

2.5 Delineamento experimental

Para a avaliação do efeito da adição de goma xantana nas características sensoriais do doce de leite, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e uma repetição.

2.6 Análise Estatística

A avaliação dos resultados foi realizada a partir de análise por ANOVA, teste de médias, análise de fatores paralelos e histograma de frequência, conforme descrito nos itens a seguir.

2.6.1 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, $p \leq 0,05$). As análises de variância e o teste de médias foram realizados no *software* Sisvar (FERREIRA, 2000).

2.6.2 Análise de fatores paralelos (PARAFAC)

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, os resultados da avaliação sensorial foram analisados por mapa de preferência interno de três vias, por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC) de acordo com Nunes et al. (2011), para avaliação simultânea dos dados de aceitação em relação aos atributos sabor, textura e impressão global.

O gráfico foi gerado utilizando-se o *software* Matlab (versão 7.5., Natick, MA).

2.6.3 Análise por meio de histograma de frequência

Com base nos resultados do teste com escala do ideal (escala estruturada mista de sete pontos), foi construído um histograma de frequência. Para a construção do histograma, trabalhou-se com as porcentagens de julgamentos de cada categoria (nota) específica, de acordo com a escala utilizada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANOVA e teste de médias

A análise de variância mostrou não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$) na aceitação das amostras em relação a sabor, textura e impressão global dos doces (Tabela 2).

As médias para Impressão Global, atributo de análise geral do produto, variaram de 7,4 a 7,6, o que corresponde na escala hedônica às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”, respectivamente.

Tabela 2 Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos textura, sabor e impressão global dos doces analisados

AMOSTRA	TEXTURA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
G1	7,4 a	7,4 a	7,6 a
G2	7,6 a	7,2 a	7,5 a
G3	7,1 a	7,4 a	7,4 a
CV (%)	17,90	17,37	14,11

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey. CV% = coeficiente de variação

Como não houve diferença significativa entre as amostras, não foi possível escolher a melhor formulação utilizando esta metodologia.

3.2 Análise por meio de análise de fatores paralelos (PARAFAC)

Para construir o mapa de preferência interna de três vias, obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC), modelos utilizando de 1 a 2 fatores foram montados a fim de escolher o número adequado de fatores. Os resultados são representados na Tabela 3. Como sugere o valor de corcondia, um modelo de dois fatores foi escolhido. O modelo explicou 67,52% da variância e apresentou um valor de corcondia de 53,83%.

Tabela 3 Modelos obtidos através de dados de aceitação dos doces analisados

Nº de fatores	Variância (%)	Corcondia (%)
1	42,9099	100
2	67,5168	53,8285

Na Figura 4 está representado o mapa de preferência interno de três vias.

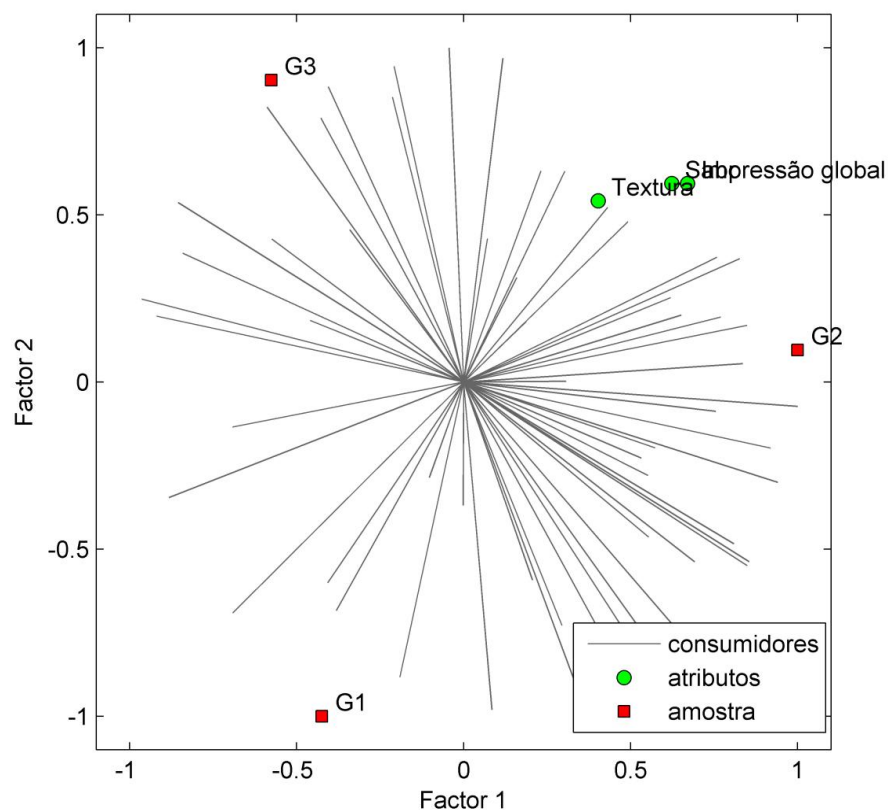


Figura 4 Mapa de preferência interno de três vias para sabor, textura e impressão global obtido para as amostras de doces

Através da distribuição dos vetores que representam os consumidores, observa-se maior concentração de consumidores próximos à amostra G2, indicando maior preferência por essa amostra, seguida pela G3 (Figura 4). Pode-se verificar na Figura 4 que os atributos textura, sabor e impressão global influenciaram a separação da amostra G2, ou seja, essa amostra recebeu maiores notas na escala hedônica para esses atributos.

3.3 Histograma de frequência

O histograma de distribuição de frequência das notas do teste ideal atribuídas para a consistência dos doces é ilustrado na Figura 5.

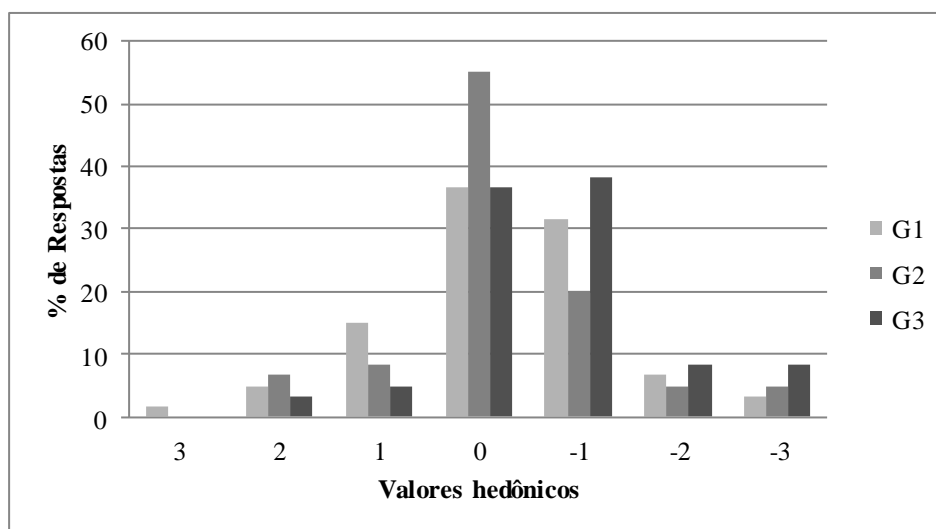


Figura 5 Histograma de distribuição de notas recebidas pelas amostras em relação à consistência das amostras (-3 = muito menos consistente que o ideal; 0 = ideal; +3 = muito mais consistente que o ideal)

Observa-se a partir do histograma (Figura 5) que a amostra G2 foi a que recebeu maior porcentagem de julgamentos (55%) na categoria do ideal (0) em relação às amostras G1 (37%) e G3 (37%).

A amostra G3 recebeu a maior porcentagem (38%) de respostas na nota -1 (Figura 5), o que corresponde à categoria “ligeiramente menos consistente que o ideal”, já que essa amostra se caracteriza pela menor concentração de goma xantana, e por isso, o doce obtido foi menos consistente, segundo os consumidores.

Diante dos resultados apresentados, observa-se maior preferência pela amostra G2.

Ferreira et al. (2011) avaliaram a aceitação de doce de leite com diferentes porcentagens de adição de café e soro. Segundo os autores, o doce de leite com café e soro apresentou uma boa aceitação sensorial, constituindo uma alternativa de utilização do soro e café para elaboração de um novo produto.

Zimmermann et al. (2007) verificaram que a utilização de goma xantana e concentrado proteico de soro (CPS) na elaboração de doce de leite resultou em um produto com boa aceitabilidade sensorial, com notas superiores a 7,0.

4 CONCLUSÃO

A formulação G2 foi considerada como a preferida pelos consumidores, não somente pela maior aceitação quanto ao sabor, textura e impressão global, como também pela melhor consistência (maior porcentagem de julgamentos (55%) na categoria do ideal (0) em relação à consistência), portanto, essa formulação foi escolhida para a realização da vida de prateleira.

REFERÊNCIAS

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. aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 4 set. 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

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.

FERREIRA et al. Sensory evaluation of “dulce de leche” with coffee and whey using different affective data analysis methods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 998-1005, out./dez. 2011

FERREIRA, L.O. **Elaboração de Doce de Leite com café e soro de queijo**. Lavras, 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MARKETO, C. G. et al. 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.

NUNES, C. A. et al. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport , v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.

REIS, R. C. et al. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

SCALCO, A. R.; TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade em laticínios do estado de São Paulo: situação atual e recomendações. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 37, p. 17-25, 2002.

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

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.

ZIMMERMANN, J. V. et al. Physicochemical, sensorial and rheological properties of *doce de leite* with Xanthan Gum and Whey protein concentrate. **Ciência Agronômica e Engenharia**, Ponta Grossa, v.13, n. 3, p. 53-59, 2007.

CAPÍTULO 5 Características de qualidade do doce de leite com café adicionado de soro lácteo e goma xantana durante o armazenamento

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o efeito do tempo de armazenamento nas características físicas, químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de doce de leite com café com adição de soro e goma xantana e determinar a vida de prateleira do doce por meio dos resultados obtidos na análise microbiológica, na análise de cristalização e no teste de aceitação. Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo na acidez titulável, nas variáveis de cor b^* e L^* e nos parâmetros de textura (dureza, elasticidade, coesividade e gomosidade). Não houve formação de cristais de lactose, até o quinto mês (150 dias) de armazenamento. A qualidade microbiológica do doce foi mantida por 180 dias. O tempo influenciou na aceitação do doce somente em relação ao sabor, porém de forma positiva. Para a textura e impressão global, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$). Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 150 dias.

Palavras-chave: Armazenamento. Qualidade microbiológica. Sensorial. Cristalização.

ABSTRACT

This work was carried out with the objective to verify the storage time effect on physical, chemical, physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of dulce de leche with coffee added whey and xanthan gum and determine the sweet shelf-life through the results obtained in the microbiological analysis, crystallization analysis and acceptance testing. It was found that the storage time exercised significant effect on the titratable acidity in the color variables b^* and L^* and in the texture parameters (hardness, elasticity, cohesiveness and gumminess). There was no lactose crystals formation until five months (150 days) of storage. The sweet microbiological quality was kept for 180 days. The time influenced in the sweet acceptance only for flavor, but in a positive way. For texture and overall impression, there was no significant difference ($p \geq 0.05$). From the results, may determine the sweet shelf-life obtained at 150 days.

Keywords: Storage. Microbiological quality. Sensory. Crystallization.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de um alimento pode ser avaliada por parâmetros organolépticos, por meio de testes sensoriais, pela carga microbiana, pela absorção de componentes da embalagem ou pelo valor nutricional. Dessa forma, a vida útil de um alimento representa o período em que esse se encontra em boas condições sensoriais, nutricionais e microbiológicas para ser ingerido sem prejudicar o paladar e a saúde do consumidor (KANNAN; SUSHEELA-THIRUMARAN, 2004; SARANTÓPULOS, 2001; WICKLUND et al., 2005).

No caso do doce de leite pastoso, o prazo de validade está associado à qualidade dos ingredientes, aos procedimentos de Boas Práticas de Fabricação e às técnicas de processamento, principalmente à etapa de acondicionamento do produto nas embalagens (plásticas ou de vidro). A matéria-prima, no caso o leite, não deve apresentar anormalidade de cor, sabor, odor ou aparência. O doce de leite pode ser adicionado de outros ingredientes, como por exemplo, coco, passas ou nozes. Esses ingredientes também podem reduzir a vida útil do produto, se contiverem alta carga de micro-organismos deteriorantes ou patogênicos, se não forem bem selecionados, se estiverem mal acondicionados ou se estiverem mantidos em locais quentes e abafados. Dependendo dos fatores citados, a durabilidade de um Doce de Leite Pastoso produzido adequadamente varia entre 160 a 180 dias. É importante ressaltar que a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) considera que o prazo de validade de um alimento processado é sempre de responsabilidade do seu produtor. Cabe ao fabricante determinar corretamente o tempo da vida de prateleira (*shelf-life*) do seu produto (GALLINA; ROGALSKY; ALVES, 2009).

O doce de leite é um produto que apresenta boa estabilidade química e microbiológica, porém baixa estabilidade física (MACHADO; VITTO, 2009). 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 (MARGAS et al., 1982; SANTOS, 1976).

No doce de leite, com a adição de cerca de 25% de sacarose e com o aumento da concentração de sólidos, é inevitável que após algum tempo de armazenamento, ocorra o aparecimento de cristais no doce (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 1977). Aliado a isso, a utilização do soro lácteo na tecnologia de fabricação do doce de leite aumenta o teor de lactose no doce, o que favorece o aparecimento de cristais de lactose perceptíveis ao paladar. Portanto, o controle da cristalização é o principal problema na produção de doce de leite.

A viscosidade, entre outros, interfere na velocidade de crescimento dos cristais, controlando a difusão das moléculas, sendo que altas viscosidades diminuem a mobilidade molecular, retardando o crescimento do cristal. Hidrocoloides são utilizados em alimentos por terem a capacidade de aumentar a viscosidade destes, sendo a goma xantana utilizada na formulação de quase todos os segmentos da área alimentícia devido às suas propriedades de alta solubilidade, estabilidade sob variadas condições, aumento da viscosidade das soluções, etc. (TERÁN-ORTIZ, 1998). Segundo Fennema (1993), a goma xantana aumenta a viscosidade de um sistema devido ao seu grande tamanho molecular.

Terán-Ortiz (1998) analisou o efeito da adição de gomas xantana e locusta no crescimento de cristais de açúcar em doce de leite e na cinética de inibição da cristalização durante o armazenamento dos doces e observou que a velocidade de crescimento do cristal de açúcar é influenciada pela concentração dos hidrocoloides, pela temperatura de armazenamento e ponto de amostragem; e segundo a autora verificou-se que a goma xantana apresentou maior efeito

inibitório da velocidade de crescimento de cristais de lactose no doce de leite, em relação à goma Locusta.

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito do tempo de armazenamento nas características físicas, químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de doce de leite com café com adição de soro e goma xantana e determinar a vida de prateleira do doce por meio dos resultados obtidos na análise microbiológica, na análise de cristalização e no teste de aceitação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Para a fabricação dos doces, utilizou-se: leite integral pasteurizado, soro lácteo líquido, proveniente da fabricação do queijo Minas Frescal, açúcar tipo cristal, bicarbonato de sódio, citrato de sódio, goma xantana (GastronomyLab®) e café solúvel extraforte.

As embalagens utilizadas foram potes de vidro com tampa rosqueável com capacidade de 250 mL.

2.2 Formulação

A formulação (Tabela 1) do doce de leite para avaliação da vida de prateleira foi otimizada conforme apresentado no Capítulo 4. O objetivo da otimização foi determinar a concentração de goma xantana.

Tabela 1 Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da vida de prateleira

	Leite (%)	Soro (%)	Café (%)	Sacarose (%)	Citrato (%)	Sorbato de potássio (%)	Goma Xantana (%)
Formulação	55	45	1	20	0,08	0,02	0,015

2.3 Métodos

As metodologias utilizadas neste trabalho são descritas abaixo.

2.3.1 Fabricação do doce de leite

A produção do doce de leite foi realizada na Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O equipamento empregado consistiu de um tacho elétrico aberto (Macanuda®, Joinville, Santa Catarina) com pá giratória vertical e capacidade de trabalho de 20 litros de leite.

Os doces foram elaborados seguindo tecnologia sugerida por Martins e Lopes (1981).

Primeiramente, foram colocados no tacho o leite e o soro, na devida proporção. Logo após, adicionou-se bicarbonato para a correção da acidez para 1g e 0,8g de ácido láctico L⁻¹ de leite e soro, respectivamente. Em seguida, adicionaram-se os outros ingredientes, açúcar, citrato de sódio e goma xantana (a goma xantana foi previamente diluída em parte do leite (quente) utilizado na fabricação, para isso utilizou-se liquidificador industrial). Iniciou-se, então, o processo de concentração do doce de leite com agitação até atingir um teor de sólidos solúveis de ±70%. Atingido o ponto final, adicionou-se o café solúvel previamente diluído em água quente, em uma relação de 1:1 (café:água) e o sorbato de potássio. Após a adição do café, os doces foram envasados em potes de vidro e armazenados em câmara (Eletrolab®) modelo EL202, com temperatura controlada em 25°C, sendo essa a temperatura média do Estado de Minas Gerais (TONIETTO; VIANELLO; REGINA, 2006), e fotoperíodo, ausência/presença de luz por 12 horas com o propósito de simular as condições de luminosidade às quais os produtos são submetidos dentro dos supermercados.

No fluxograma (Figura 1), estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

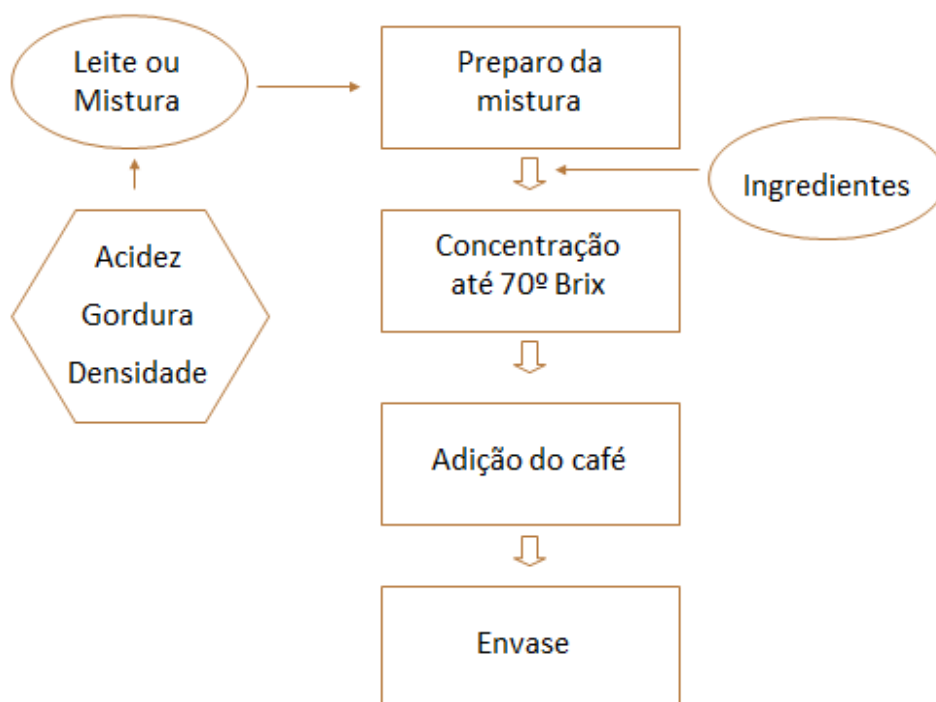


Figura 1 Fluxograma de fabricação do doce

As porcentagens de açúcar (20%), citrato de sódio (0,08%), goma xantana (0,015%), sorbato (0,02%) e café (1%) foram calculadas em relação à mistura (leite + soro).

2.3.2 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

Para determinação das características físico-químicas do leite e do soro foram realizadas análises de acidez titulável (°D), teor percentual de gordura e de extrato seco total (EST). As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir.

2.3.3 Caracterização do doce de leite

Para a caracterização do doce de leite foram realizadas análises de umidade, gordura, proteína, cinzas, açúcares totais, carboidratos, sólidos solúveis, valor calórico e rendimento. As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.4 Alterações durante o armazenamento

As avaliações dos doces foram realizadas mensalmente para acompanhar as alterações de acidez titulável, atividade de água (a_w), cor, contagem de fungos e leveduras, *Staphylococcus Coagulase* positiva, coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* sp. e avaliação da cristalização. A cada 2 meses foi realizada análise sensorial. As metodologias utilizadas para as análises estão descritas a seguir.

2.3.5 Determinação da vida de prateleira

A partir do resultado da análise microbiológica, sensorial e cristalização, foi estimada a vida de prateleira do produto, levando-se em consideração os seguintes critérios:

- a) **Teste microbiológico:** fez-se uma comparação entre os resultados encontrados e a legislação vigente, com o propósito de verificar se a qualidade microbiológica do doce estava dentro do limite estabelecido pela Portaria nº354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) e pela RDC nº12 de 2001 (ANVISA, 2001).

- b) **Teste de aceitação:** observaram-se as notas médias ao longo dos 180 dias de análise a fim de verificar quando houve rejeição do doce (notas médias abaixo de cinco).
- c) **Teste de cristalização:** observou-se o número e a quantidade de cristais de lactose presente no doce ao longo de 180 dias de análise a partir de visualizações em microscópio. Para avaliar se os cristais formados seriam perceptíveis sensorialmente foi empregada uma tabela para detecção da arenosidade sugerida por Hough, Martinez e Contarini (1990), que estabelece os tamanhos dos cristais variando de 0 a 105 μm , sendo que o caráter arenoso do doce de leite, conferido pelos cristais de lactose, é uma função do tamanho e do número de cristais. Cristais menores que 6 μm , o caráter arenoso não é percebido, mesmo que toda a lactose do doce esteja cristalizada, acima desse tamanho a percepção é dependente do número de cristais para os diferentes tamanhos (HOUGH; MARTINEZ; CONTARINI, 1990). Portanto, se verificado a presença de cristais perceptíveis, será determinado o fim da vida de prateleira do doce.

2.4 Métodos analíticos

As metodologias analíticas utilizadas neste trabalho são descritas abaixo.

2.4.1 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

- a) **Acidez titulável do leite e soro** – a acidez titulável foi determinada através de titulação com solução Dornic, (indicador: fenolftaleína a 1,0%) e os resultados expressos em porcentagem de ácido láctico (BRASIL, 2006).
- b) **Percentual de Gordura do leite e do soro** - os teores de gordura do leite e do soro foram determinados pelo método volumétrico de Gerber (BRASIL, 2006).
- c) **Teor de extrato seco total do leite e do soro** - o teor de extrato seco total (EST) foi obtido a partir do Disco de Ackermann (BRASIL, 2006).

2.4.2 Caracterização do doce de leite

- a) **Umidade** - foi determinada gravimetricamente após secagem em estufa a 65°C, segundo *Association of Official Analytical Chemistry* - AOAC (2006).
- b) **Gordura** - o conteúdo de lipídeos no doce foi calculado pela equação 1, proposta por Perrone, Stephani e Neves (2011).

$$\%G = (MLI \times \%GLI + MS \times \%GS) \times 100 \quad (1)$$

em que:

% G = Porcentagem de gordura;

MLI = massa de leite integral (Kg) ou volume de leite (L);

%GLI = porcentagem de gordura do leite integral (m/v);

MS = massa de soro (Kg) ou volume de soro (L);

%GS = porcentagem de gordura do soro (m/v).

- c) **Proteína** - as proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl, conforme descrito pela AOAC (2006), tendo os valores de nitrogênio sido multiplicados pelo fator de conversão 6,38, para os valores equivalentes de proteína.
- d) **Cinzas** - o teor de cinzas foi medido gravimetricamente após calcinação das amostras em mufla a 550°C, segundo AOAC (2006);
- e) **Açúcares totais** - os açúcares foram determinados pelo método de Antrona, conforme Dische (1962).
- f) **Carboidratos** - O teor de carboidratos foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibras totais conforme AOAC (2006).
- g) **Sólidos solúveis** - a concentração de sólidos solúveis foi determinada através de leitura refratométrica a 20°C.
- h) **Valor calórico** - para o cálculo do valor energético dos doces, consideraram-se os fatores de conversão de Atwater, sendo 4 kcal.g⁻¹ para proteínas e carboidratos e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios (TORRES et al., 2000).
- i) **Rendimento do doce** - o rendimento do doce foi avaliado utilizando-se a equação 2, proposta por Perrone, Stephani e Neves (2011).

$$R = \frac{SM}{SD} \times 100 \quad (2)$$

em que:

R = rendimento;

SM = matéria seca da mistura (leite + soro + sacarose + citrato + bicarbonato + espessante + café);

SD = matéria seca do doce.

2.4.3 Alterações durante o armazenamento

Para avaliar o efeito do tempo nas características do doce foram realizadas análises de acidez, atividade de água (a_w), avaliação de cor, textura, cristalização, análises microbiológicas e sensoriais, conforme metodologias descritas a seguir.

2.4.3.1 Avaliação físico-química

- a) **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 (BRASIL, 2006);
- b) **Atividade de água (a_w)**: a atividade de água dos doces foram determinadas empregando-se equipamento AquaLab (Decagon modelo 3 TE), com leituras em temperatura controlada de $25 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

2.4.3.2 Avaliação 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, conforme Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989), 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 (-).

2.4.3.3 Avaliação de textura

A análise do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA) foi realizada em texturômetro *Stable Micro Systems*, modelo TAXT2i. Os parâmetros analisados foram: dureza (D), adesividade (A), elasticidade (E), coesividade (C) e gomosidade (G), descritos por Szczesniak (1963):

- a) **dureza**: força necessária para produzir uma deformação na amostra;
- b) **coesividade**: extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura;
- c) **elasticidade**: velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força;
- d) **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 dos doces. 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: 5,0 s; força de contato: 5,0 g; probe: cilindro acrílico de 20,0 mm (P20), conforme Machado (2005).

2.4.3.4 Avaliação da cristalização

A avaliação da cristalização da lactose foi realizada através do método proposto por Hough, Martinez e Contarini (1990). A amostra de doce de leite foi pesada sobre uma lâmina, na quantidade aproximada de 0,003g. Sobre a amostra colocou-se uma lamínula. Com o apoio de outra lâmina foi exercida uma pressão sobre a lâmina com o doce, a fim de que a amostra formasse uma fina camada de aspecto circular de, aproximadamente, 10 mm de diâmetro. A lâmina preparada foi avaliada em microscópio de luz polarizada modelo 49901-35 PAL COLOR, com objetivas de 10x e 40x. Para a determinação do número de cristais, foram tiradas fotos de 10 campos microscópicos, escolhidos de maneira aleatória, com uma câmera da marca Meiji.

2.4.3.5 Avaliação microbiológica

A Portaria n° 354 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), estabelece que, para doce de leite, sejam realizadas análises de fungos e leveduras e *Staphylococcus coagulase* positiva, porém, a RDC n°12 de 2001 (ANVISA, 2001) estabelece que, para doce de leite sejam realizadas análises de Coliformes a 45°, *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp. Para garantir a qualidade microbiológica do produto, foram realizadas análises de coliformes totais (coliformes a 35°C) e termotolerantes (coliformes a 45°C), fungos e leveduras e *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp. conforme metodologias descritas na Instrução Normativa n° 62, que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (BRASIL, 2003).

2.4.3.6 Avaliação sensorial

A análise foi realizada por 50 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 doce em copos descartáveis codificados com números de três dígitos. 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 do doce para a avaliação dos atributos aparência, sabor, textura e impressão global, conforme Stone e Sidel (1993) (Figura 2).

NOME:			
FAIXA ETÁRIA () 15 a 25 () 26 a 36 () 37 a 47 () 48 a 58 () () 59 a 70 DATA: / /			
1- Por favor, avalie as amostras de doce de leite com café e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR, e IMPRESSÃO GLOBAL (MODO GERAL).			
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			

Figura 2 Ficha utilizada no teste de aceitação

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Para a avaliação do efeito do tempo nas características do doce de leite e determinação de sua vida de prateleira, foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com um tratamento e três blocos, sendo que, cada bloco constitui uma tachada de doce.

Para a determinação do efeito do tempo nas características do doce de leite com café e soro, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando significativos foram ajustados modelos de regressão para avaliar o efeito do tempo. O processamento dos dados foi realizado no *software* Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação físico-química do leite e soro empregados na fabricação do doce

A composição média do soro e do leite utilizados na fabricação do doce está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 Características físico-químicas da matéria-prima

Análise	Leite Pasteurizado	Soro Lácteo
Acidez (g ácido láctico/100 mL leite)	17	13
Gordura (%)	3,50	0,30
Extrato seco total (%)	11,8	7,4

3.2 Caracterização do doce de leite

Na Tabela 3, está representada a composição média do doce obtido.

Tabela 3 Médias das análises físico-químicas e rendimento da formulação de doce de leite com café e goma xantana

Parâmetros	Doce de leite com soro	Doce de leite sem soro
Umidade (%)	24,73	30
Proteína (%)	6,28	6,7
Gordura (%)	5,01	7,6
Cinzas (%)	1,68	1,7
Açúcares Totais (%)	47,46	53,7
Sólidos solúveis (%)	67	69
Carboidratos (%)	87,04	-
Valor calórico (kcal 100g ⁻¹)	418,28	-
Rendimento (%)	41,15	53,61

Fonte: Perrone, Stephani e Neves (2011)

*Doce de leite tradicional, sem soro e café

Segundo a Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), 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). Observa-se na tabela 3 que, em relação ao conteúdo de gordura, o doce obtido apresentou teor abaixo do limite estabelecido pela legislação, isso ocorreu devido a não padronização do teor de gordura da mistura (leite + soro), visto que, o soro possui baixo conteúdo de gordura em relação ao leite (Tabela 2), uma alta concentração deste resultou em um doce com baixo teor de gordura. Observa-se que o doce apresentou uma redução de 34% no teor de gordura quando elaborado com soro, o que pode levá-lo a denominação de um produto *light* ou reduzido em gordura. Segundo a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, um produto para ser considerado *light* em relação ao teor de gordura deve apresentar uma redução

mínima de 25% no conteúdo de gorduras totais em relação ao produto convencional (ANVISA, 2012).

O doce de leite obtido, em relação aos teores de umidade, cinza e proteína (Tabela 3), encontra-se dentro do limite estabelecido pela legislação.

Zimmermann et al. (2007) encontraram teores de 8,78% de proteína, 6,88% de gordura, 28,22% de umidade, 1,94% de cinzas, 29,43% de rendimento e 313,34 kcal 100g⁻¹ para o doce de leite elaborado com 10% de sacarose, 2% de concentrado proteico de soro (CPS) e 0,1% de goma xantana.

O rendimento e o valor calórico dos doces obtidos foram 41,15% e 418,28 kcal 100g⁻¹, respectivamente, valores acima do encontrado (29,43% para o rendimento e 313,34 kcal 100g⁻¹, para o valor calórico) por Zimmermann et al. (2007), essa diferença, pode ser atribuída ao maior teor de sacarose utilizado neste estudo. Segundo Perrone, Stephani e Neves (2011), a sacarose além de conferir sabor e textura auxilia no rendimento do produto final, quanto maior o teor de sacarose, maior é o rendimento.

Outro componente importante para o rendimento do doce é a gordura. Segundo Martins e Lopes (1981), a gordura é essencial para o rendimento e textura do produto final. Observa-se que o doce produzido sem soro, apresenta maior rendimento (Tabela 3), devido ao maior teor de gordura presente no leite (Tabela 2). No entanto, o baixo teor de gordura proporcionou um menor rendimento, porém não afetou a textura, já que a goma realizou a função da gordura. Segundo Lethuaut et al. (2003), as gomas podem ser utilizadas como substituintes de gordura.

3.3 Alterações durante o armazenamento

O efeito do tempo nas características de qualidade do doce é discutido abaixo.

3.3.1 Avaliação físico-química

Na Tabela 4, está demonstrado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de acidez titulável e atividade de água.

Tabela 4 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis acidez titulável e atividade de água do doce de leite com café e goma xantana

Causas de variação	p valor		
	GL	AT	a _w
Tempo (t)	6	0,0000**	0,4682
Repetição	2	0,7025	0,3141
Erro	12		
Total corrigido	20		
CV (%)		1,97	1,49
Média geral		0,37	0,85

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. AT - acidez titulável; a_w - atividade de água

Observa-se na Tabela 4 que o tempo de armazenamento não influenciou a atividade de água (a_w). A maioria das bactérias que causam deterioração possui dificuldade de se desenvolver em produtos com a_w inferiores a 0,90. O crescimento de leveduras e fungos deteriorantes cessa em a_w abaixo de 0,88 e 0,80 respectivamente (FRANCO; LANDGRAF, 1996). Observa-se que, de um modo geral, a atividade de água apresentada durante o tempo de armazenamento foi de 0,85, valor que contribui para a conservação do produto. No entanto, nessa atividade de água, fungos ou leveduras podem ocorrer, se o produto for estocado à temperatura ambiente por longos períodos de tempo ou se houver falhas no processo de envase (FERRAMONDO et al., 1984).

Ferreira et al. (2012), avaliaram as características de qualidade de seis marcas comerciais de doce de leite e observaram valores de a_w que variaram entre 0,85 e 0,91, o que constitui um meio propício para crescimento de microrganismos.

Em relação à acidez titulável, o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo (Tabela 4). O modelo ajustado com o respectivo coeficiente de determinação (R^2) para os resultados dessa variável encontra-se no Gráfico 1.

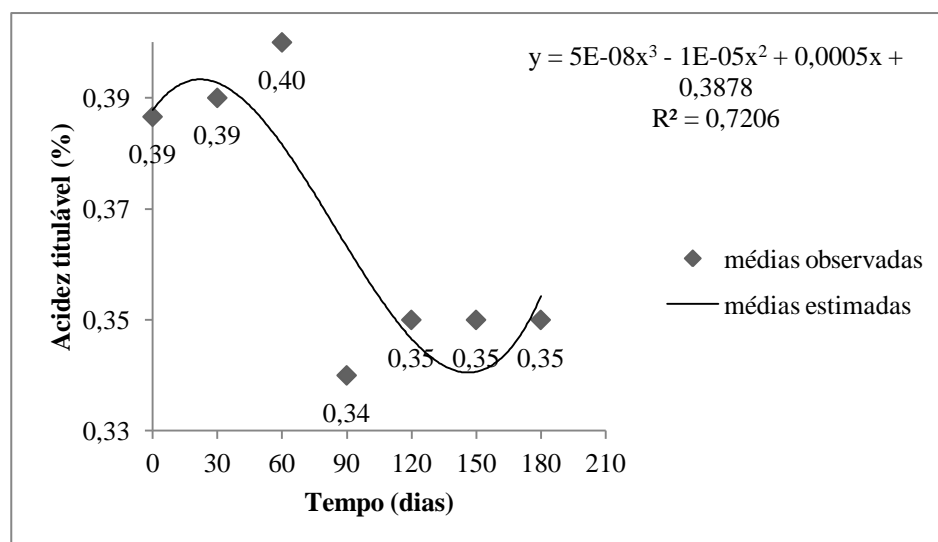


Gráfico 1 Valores médios de acidez titulável ao longo do armazenamento do doce

Observa-se pela análise do Gráfico 1 que houve uma diminuição da acidez após 60 dias de armazenamento. Após 90 dias, o doce apresentou uma leve elevação da acidez, estabilizando-se. A acidez passou de 0,39 no início a 0,35 ao final do armazenamento.

3.3.2 Avaliação de cor

Na Tabela 5, está representado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de cor L*, b* e a*.

Tabela 5 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de cor (L*, a* e b*) do doce de leite com café e goma xantana

Causas de variação	p valor			
	GL	L*	a*	b*
Tempo (t)	6	0,0000**	0,0000**	0,0000**
Repetição	2	0,6869	0,3060	0,1197
Erro	12			
Total corrigido	20			
CV (%)		0,16	0,24	0,53
Média geral		24,01	12,41	25,98

*Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Observa-se na Tabela 5, que o tempo de armazenamento influenciou todas as componentes de cor L*, a* e b*. Segundo Ferreira, Hough e Yotsuyanogi (1989) os parâmetros mais importantes para a avaliação da cor de doce de leite são a luminosidade (L) e o teor amarelo (b), em função disso, somente esses dois parâmetros serão discutidos. Os Gráficos 2 e 3 representam a variação de L* e b*, respectivamente, ao longo do armazenamento.

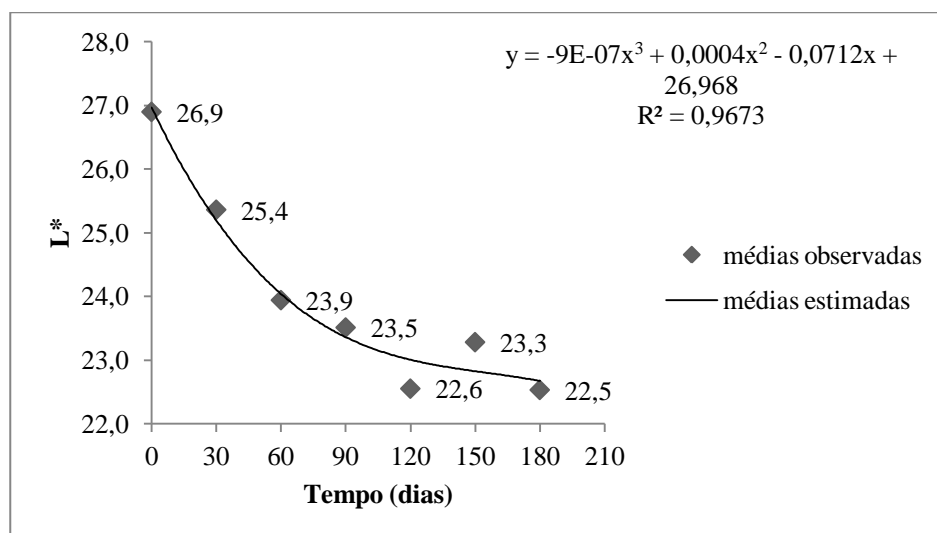


Gráfico 2 Valores médios de L* ao longo do armazenamento do doce

Em relação aos valores de L* (Gráfico 2), houve um decréscimo durante o armazenamento, passando de 26,0 a 22,5. O valor L expressa a luminosidade ou claridade da amostra, quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra. Analisando os valores médios de L* (Gráfico 2), pode-se afirmar que o doce apresentou cor escura, aliado a um maior escurecimento ao longo do armazenamento, porém, esse maior escurecimento foi imperceptível visualmente, visto que, apesar do menor valor observado após seis meses de estocagem, esse foi próximo ao encontrado no início do armazenamento. A Figura 3 ilustra a foto do doce obtido.

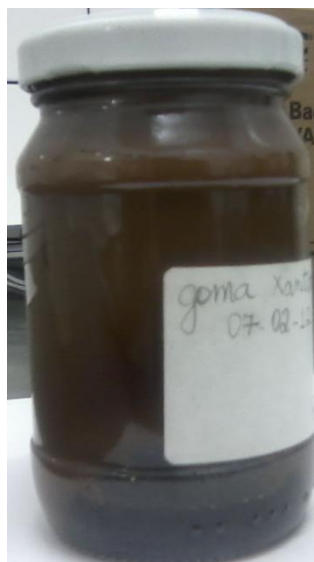


Figura 3 Foto do doce de leite com soro e café com adição de goma xantana

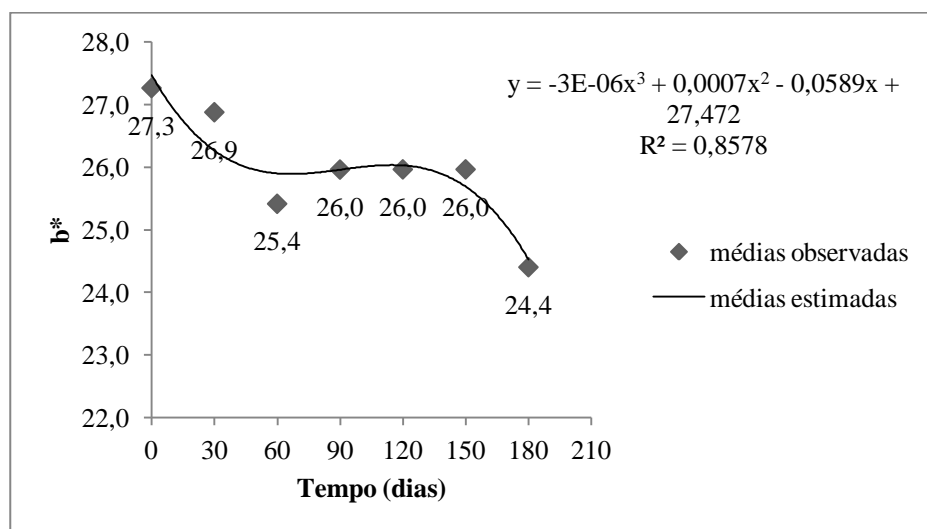


Gráfico 3 Valores médios de b* ao longo do armazenamento do doce

Quanto aos valores de b*, o Gráfico 3 indica uma diminuição no valor de b* até 60 dias, após esse período, o valor de b* estabilizou e após 150 dias

voltou a cair chegando a 24,4. Apesar da variação, houve redução da cor b^* ao longo do período de estocagem. O componente b^* varia de amarelo (+) a azul (-). Como todos os valores de b^* foram positivos, isso significa que os doces só apresentaram reflexão de comprimento de onda associado à cor amarela.

Apesar da redução nos componentes L^* e b^* com o tempo de armazenamento, essa variação não foi perceptível visualmente.

Ranalli, Andrés e Califano (2012) avaliaram a cor de sete marcas de doce de leite de diferentes tipos (tradicional, doce de leite para confeitaria, com teor de calorias reduzido e com teor de gordura reduzido) comercializados na Argentina, e observaram que os parâmetros de cor variaram entre os diferentes tipos de doce de leite e dentro de um tipo de doce os parâmetros de cor variaram entre as diferentes marcas, o que foi justificado pela utilização de diferentes formulações e ingredientes, entre as diferentes marcas. Segundo este estudo, o componente que mais variou foi o parâmetro L^* , apresentando valores entre 36,4 a 50,4. O componente b^* variou de 16,9 a 26,1.

Ferreira et al. (2012) avaliando a cor de diferentes marcas de doce de leite tradicional comercializados no Sul de Minas Gerais, observaram para o parâmetro L^* valores entre 53,41 e 59,60. Em relação à intensidade do componente amarelo (b^*), os valores obtidos foram de 17,28 a 28,08.

A cor do doce de leite é um padrão regional, possivelmente por esse motivo, diferenças entre os resultados dos trabalhos são perceptíveis.

3.3.3 Avaliação de textura

Na Tabela 6, está demonstrado um resumo dos resultados da análise de variância para os dados de textura.

Tabela 6 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para as variáveis de textura do doce de leite com café e goma xantana

Causas de variação	p valor					
	GL	D	A	E	C	G
Tempo (t)	6	0,0000**	0,1553	0,0303*	0,0035**	0,0000**
Repetição	2	0,1311	0,1262	0,9662	0,0017*	0,7458
Erro	12					
Total	20					
corrigido						
CV (%)		6,28	20,07	1,28	3,14	6,95
Média		83,48	225,27	0,92	0,65	54,02
geral						

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. *Significativo ao nível de 5% pelo teste F
D: Dureza; A: Adesividade; E: Elasticidade; C: Coesividade; G: Gomosidade

Observa-se na Tabela 6, que a adesividade, foi a única variável de textura que não sofreu influência do tempo de armazenamento.

Os Gráficos de 4 a 7 representam a variação de dureza, elasticidade, coesividade e gomosidade, respectivamente, ao longo do armazenamento do doce, e os modelos ajustados com os respectivos coeficientes de determinação (R^2) para essas variáveis.

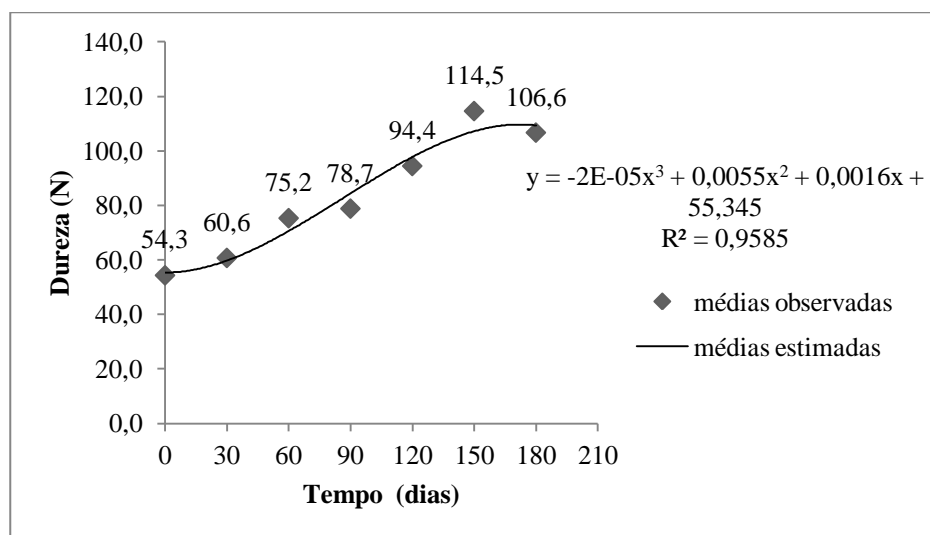


Gráfico 4 Valores médios de dureza ao longo do armazenamento do doce

Observa-se no Gráfico 4 um aumento da intensidade de dureza com o aumento do tempo de armazenamento do doce, passando de 54,3 a 106,6 após seis meses de armazenamento. Isso provavelmente está relacionado com a ocorrência de exsudação de água com decorrer do tempo de armazenamento do doce, o que resultou em um doce mais agregado e de textura mais firme.

No quinto mês (150 dias) de armazenamento foi possível observar visualmente a expulsão de água (sinérese), conforme ilustrado na Figura 4.

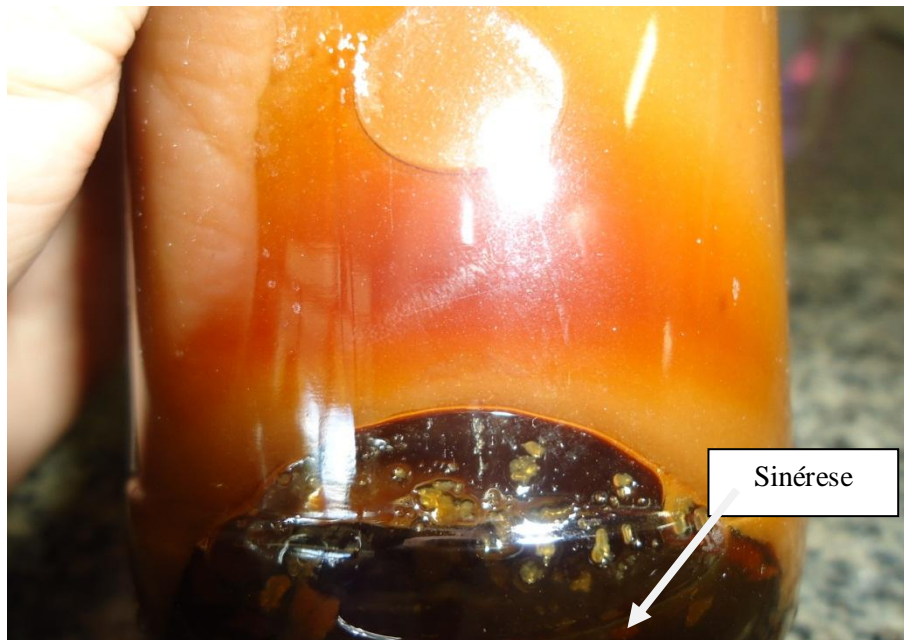


Figura 4 Sinérese observada no quinto mês (150 dias) de armazenamento

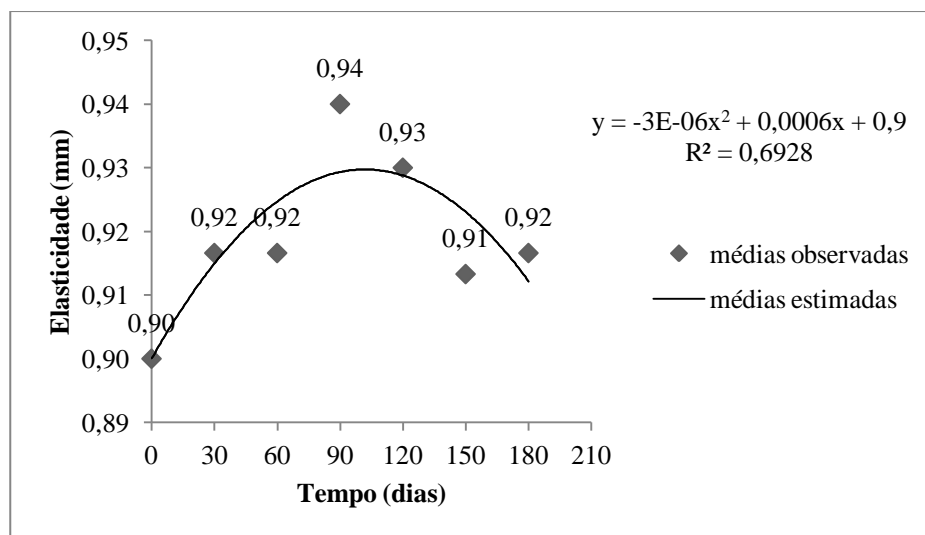


Gráfico 5 Valores médios de elasticidade ao longo do armazenamento do doce

Com relação à elasticidade (Gráfico 5), houve um aumento até atingir 90 dias de armazenamento, após esse período houve uma redução no seu valor.

Apesar de estatisticamente significativas, essas diferenças na elasticidade não devem ter significância do ponto de vista prático, pois a variação foi muito pequena.

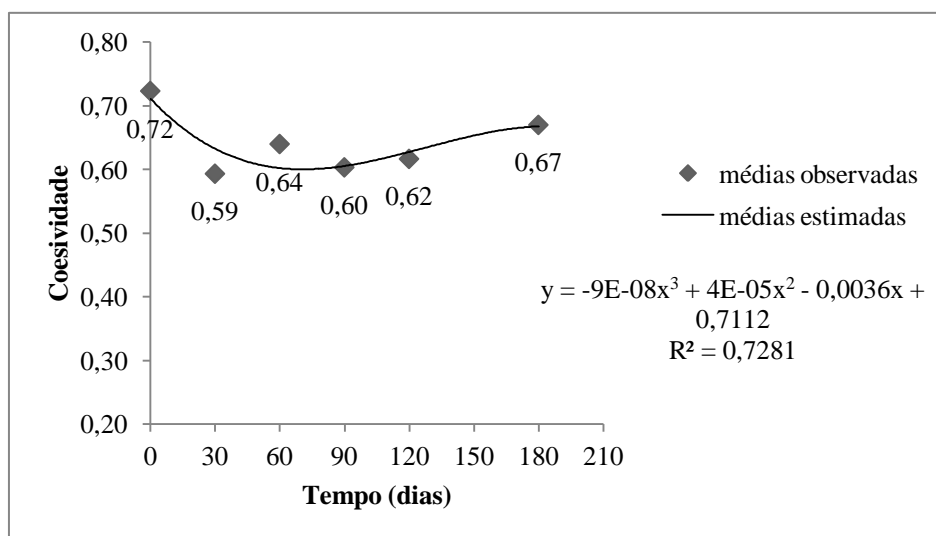


Gráfico 6 Valores médios de coesividade ao longo do armazenamento do doce

O tempo de armazenamento provocou uma redução da coesividade (Gráfico 6) até 120 dias de armazenamento, após esse período, houve um leve aumento no valor de coesividade e esse se manteve na faixa de 0,63 a 0,64. A coesividade passou de 0,70 a 0,63, ao final do período de estocagem, ou seja, houve uma leve redução da coesividade.

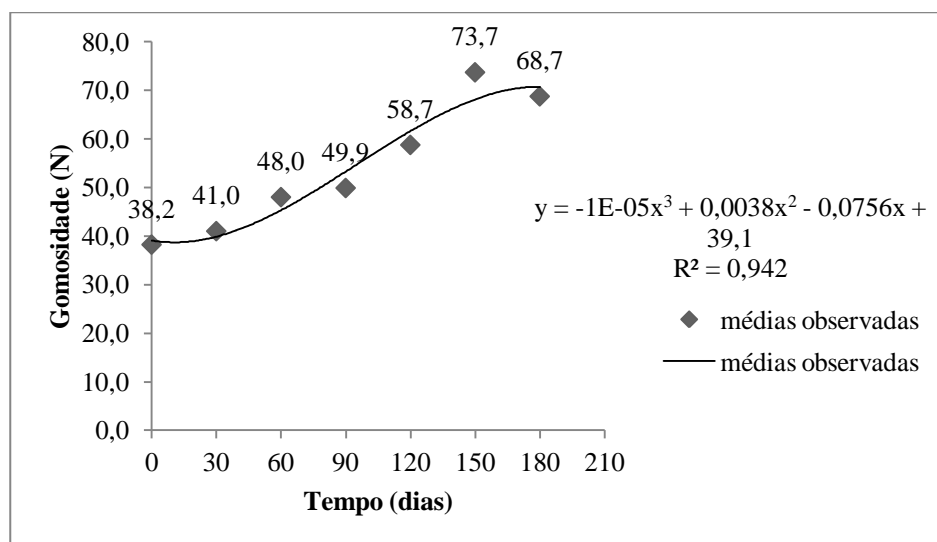


Gráfico 7 Valores médios de gomosidade ao longo do armazenamento do doce

A gomosidade (Gráfico 7) aumentou com o tempo de armazenamento dos doces, passando de 38,2 a 68,7 no sexto mês de armazenamento.

Ferreira et al. (2012) avaliaram as características de textura de seis marcas comerciais de doce de leite e observaram valores que variaram de 66,7 a 206,46 para a dureza, -121,99 a -418,34 para adesividade, 0,87 a 0,89 para a elasticidade, 0,58 a 0,69 para coesividade e 43,58 a 120,12 para gomosidade, o que demonstrou a grande variação na textura existente entre as marcas de doce de leite avaliadas no mesmo período de validade, o que está relacionado, principalmente, aos ingredientes utilizados por cada indústria.

Segundo Richards, Silva e Becker (2007) a maioria das empresas produtoras de doce de leite, incluindo as agroindústrias caseiras, utilizam 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.

3.3.4 Avaliação da cristalização

Até 150 dias de armazenamento não houve formação de cristais. Nas avaliações microscópicas ao longo de quatro meses (120 dias) de armazenamento dos doces, observou-se a presença de outros cristais, mas não foi observada a presença de cristais de lactose. Na literatura não foram encontradas informações a respeito da cristalização em doce de leite, que não fosse originada da lactose. Na Figura 5 é representada a foto do cristal encontrado no doce.

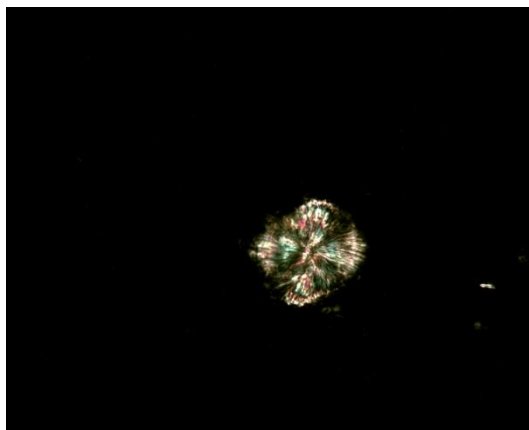


Figura 5 Fotomicrografia de um cristal encontrado no doce de leite com café com adição de soro e goma xantana, com aumento de 40x

Após a análise do cristal presente no doce em estudo, foi possível compará-lo ao cristal de gordura do leite, a Figura 6 demonstra uma imagem digitalizada de um cristal de gordura do leite.



Figura 6 Imagem digitalizada da gordura do leite, após resfriamento lento a 30°C, aumento de 40x

Fonte: Rodrigues, Anton e Gioielli (2003).

Observa-se a semelhança do cristal encontrado com o cristal de gordura do leite.

Segundo Lopez et al. (2005), a gordura do leite pode cristalizar em 4 formas distintas, dependendo das condições de resfriamento: sub- α , α , β -prima (β') e β . No entanto, independentemente da velocidade de resfriamento, a forma polimórfica β' é a mais comum na gordura do leite, com forma de esferulito (LOPES et al., 2005; NARINE; MARANGONI, 1999).

Portanto, analisando as figuras, observa-se que os cristais encontrados no doce em estudo, possivelmente são cristais de gordura na forma polimórfica β' , pois podem ser comparados aos esferulitos, caracterizados por cristais com núcleo compacto, cercado de agulhas longas e finas distribuídas radialmente.

No quinto mês de armazenamento, observou-se a formação de cristais de lactose no doce. Na Figura 7, pode-se observar a formação de cristais nos pontos onde há sinérese. Possivelmente, isso ocorreu devido à menor viscosidade presente nessa região, em função da maior migração de água, o doce apresentou-se menos viscoso, possibilitando o encontro de núcleos de cristalização,

formando grandes cristais, visíveis a olho nu. Na região onde não ocorria a sinérese não foi verificado a presença de cristais.

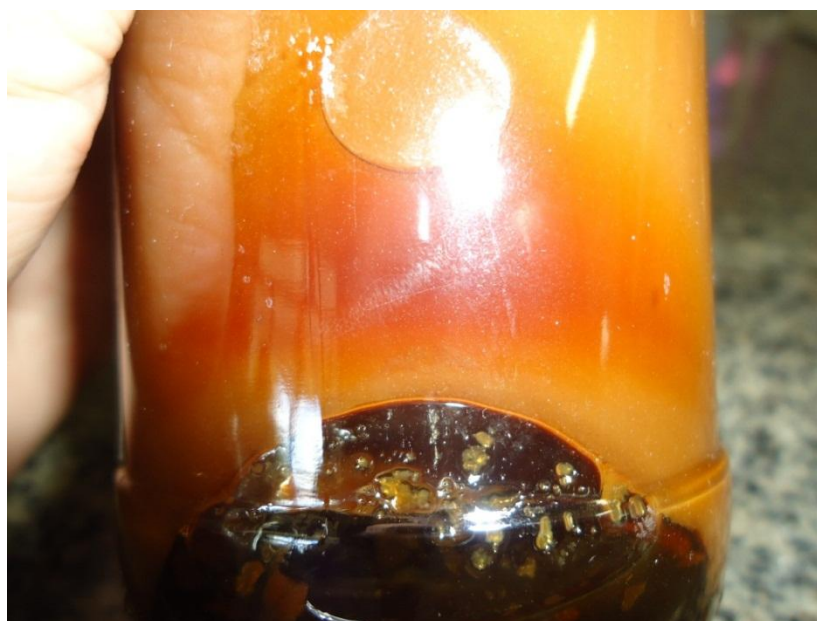


Figura 7 Formação de cristais de lactose no doce

Terán-Ortiz (1998) avaliou o efeito da adição de goma xantana na cinética de inibição de cristalização de açúcares em doce de leite, e observou que o aumento da concentração de goma xantana, promoveu maior viscosidade, o que reduziu a velocidade de crescimento dos cristais.

3.3.5 Avaliação microbiológica

Na Tabela 7 são demonstrados os critérios e os resultados obtidos para a contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva, fungos e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* sp.

Tabela 7 Padrão microbiológico do doce de leite durante o tempo de armazenamento para o doce de leite com café e goma xantana

	<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva (UFC g ⁻¹)	Fungos e leveduras (UFC g ⁻¹)	Coliformes Totais (NMP g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC g ⁻¹)
Máximo permitido	1 x 10 ²	1 x 10 ²	5 x 10 ¹	aus
Tempo (dias)				
0	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
30	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
60	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
90	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
120	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
150	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus
180	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<3,0	aus

Os resultados obtidos para *Staphylococcus coagulase* positiva, fungos e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* (Tabela 7), indicam que, em todos os tempos as amostras de doce de leite atenderam aos padrões preconizados pela Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) e pela RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), indicando que, em termos microbiológicos, todo o processo, incluindo o envase, foi conduzido em condições higiênicas.

Sá et al. (2012) avaliaram a qualidade microbiológica de doces de leite pastosos, das oito marcas analisadas, 2 (25%) apresentaram contaminação por microrganismos mesófilos aeróbios, e 1 (12,5%) apresentou além de mesófilos aeróbios, fungos e leveduras e *Staphylococcus coagulase* negativa. Nas análises de coliformes a 30°C e a 45°C, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* e de *Staphylococcus coagulase* positiva não foram detectadas presença dessas bactérias. Esses resultados demonstram a importância de se realizar análise microbiológica do doce de leite, que apesar de apresentar baixa atividade de

água, propicia o desenvolvimento de microrganismos, se o doce não for obtido sob as condições higiênicas.

Madrona, Zotarelli e Bergamasco(2008) analisaram o efeito da adição de soro na qualidade microbiológica do doce de leite pastoso. Em todas as amostras de doce de leite não foi detectada a presença de fungos e leveduras e de *Staphylococcus coagulase* positiva, o que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

3.3.6 Avaliação sensorial

Na Tabela 8, está demonstrado um resumo dos resultados da análise de variância para o teste de aceitação.

Tabela 8 Resumo da análise de variância com respectivos p valores e coeficientes de variação para o teste de aceitação do doce de leite com café e goma xantana

Causas de variação	p valor			
	GL	Sabor	Textura	Impressão Global
Tempo (t)	3	0,0033**	0,0995	0,0650
Provador	49	0,0117*	0,0040**	0,0002**
Erro	147			
Total corrigido	199			
CV (%)		14,42	12,97	10,46
Média geral		7,61	7,78	7,79

**Significativo ao nível de 1% pelo teste F. * Significativo ao nível de 5% pelo teste F

Conforme apresentado na Tabela 8, o tempo influenciou na aceitação do doce somente em relação ao sabor.

Já era esperado que o fator “provador” fosse significativo ($p \leq 0,01$), em função de sua grande heterogeneidade.

Observa-se que em todos os atributos avaliados a nota média ficou entre 7 e 8 , o que corresponde na escala hedônica às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Portanto, independente do tempo, os doces apresentaram uma ótima aceitação.

3.4 Determinação da vida de prateleira

Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 150 dias, pois até esse período de armazenamento o doce apresentou-se apto para o consumo humano, em termos microbiológicos (Tabela 7).

As notas obtidas no teste de aceitação foram superiores a 6, e a partir desse escore existe referência ao “gostar do produto”, portanto, não é possível estabelecer sua rejeição antes desse período (Tabela 9).

Tabela 9 Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sabor, textura e impressão global do doce de leite com café e goma xantana

AMOSTRA Tempo (dias)	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
0	7,20 b	7,58 a	7,56 a
60	7,86 a	8,06 a	8,00 a
120	7,53 ab	7,82 a	7,78 a
180	7,86 a	7,68 a	7,82 a
CV (%)	13,42	12,97	10,46

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey. CV% = coeficiente de variação

Quanto à cristalização, o emprego da goma xantana na formulação do doce de leite retardou a formação de cristais até o quinto mês de armazenamento, contrariando Coelho et. al. (1982), Pinto (1979) e Santos, Martins e Santos (1977), para os quais o problema da cristalização só se torna aparente após 40, 30 e 45 dias de estocagem do produto, respectivamente.

Segundo Terán-Ortiz (1998) o efeito inibitório da goma xantana na cristalização pode ser atribuído ao efeito na viscosidade, este hidrocoloide aumenta a viscosidade de um sistema devido ao seu grande tamanho molecular, altas viscosidades diminuem a velocidade de reação porque o processo de difusão é lento.

4 CONCLUSÃO

Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo na acidez titulável, nas variáveis de cor b^* e L^* e nos parâmetros de textura (dureza, elasticidade, coesividade e gomosidade).

Não houve formação de cristais de lactose, até o quinto mês (150 dias) de armazenamento.

A qualidade microbiológica do doce foi mantida por 180 dias.

O tempo influenciou na aceitação do doce somente em relação ao sabor, porém de forma positiva. Para a textura e impressão global, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$), o que demonstra que as variações de acidez, cor e textura não comprometeram a qualidade sensorial do produto.

Diante dos resultados, pode-se determinar a vida de prateleira do doce obtido em 150 dias.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, revogando a portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01.rdc.htm>. Acesso em: 6 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 nov. 2012. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html>. Acesso em: 21 dez. 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 18. ed. Arlington, 2006. 1141p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68. Métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2003. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 ago. 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 set. 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

COELHO, E. B. B. et al. Utilização de beta-D-galactosidase no controle da cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 37, n. 221, p. 7-11, maio/jun. 1982.

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

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FERRAMONDO, A. et al. 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, 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.

FERREIRA, L. O. et al. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 67, n. 387, jul./ago. 2012. Disponível em: <http://www.revistadoilct.com.br/detalhe_artigo.asp?id=518>. Acesso em: 21 out. 2012.

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.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

GALLINA, D. A.; ROGALSKY, A. D.; ALVES, A. T. S. Comparação de métodos para determinação do extrato seco total em doce de leite pastoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 370, p. 10-13, set/out. 2009.

HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 604-611, 1990.

KANNAN, S.; SUSHEELA-THIRUMARAN, A. Studies on the storage life of jamun (*Syzygium cuminii* Rom.) fruit products. **Journal Food Science and Technology**, Misore, v. 41, n. 2, p. 186-188, Mar./Apr. 2004.

LETHUAUT, L. et al. Sweetness-texture interactions in model dairy desserts: effect of sucrose concentration and the carrageenan type. **International Dairy Journal**, Barking, v. 13, n. 8, p. 631-641, 2003.

LOPEZ, C. et al. Thermal and structural behavior of anhydrous milk fat. 3. Influence of cooling rate. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 2, p. 511-526, 2005.

MACHADO, L. M. P.; VIOTTO, W. H. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. **Revista Ciência e Cultura**, Barretos, v. 2, n. 2, p. 69-74, nov. 2007.

MADRONA, G. S.; ZOTARELLI, M. F.; BERGAMASCO, R. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade microbiológica do doce de leite pastoso. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 81-86, 2008.

MARGAS, M. M. et al. 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).

NARINE, S. S.; MARANGONI, A. G. Relating structure of fat crystal networks to mechanical properties: a review. **Food Research International**, Essex, v. 32, n. 4, p. 227-248, 1999.

PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite**: aspectos tecnológicos. Juiz de Fora: [s. n.], 2011. 185 p.

PINTO, R. V. Doce de leite: fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 37-38, set./out. 1979.

RANALLI, N.; ANDRÉS, S. C.; CALIFANO, A. N. Physicochemical and rheological characterization of “dulce de leche”. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 43, p. 115-123, 2011.

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.

RODRIGUES, J. N.; ANTON, C.; GIOIELLI, L. A. Cristalização de lipídeos estruturados obtidos a partir de gordura do leite e óleo de milho. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 93-103, jan./mar. 2003.

SÁ, J. F. O. et al. Qualidade microbiológica de doces de leite pastosos. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 67, n. 386, p. 50-60, maio/jun. 2012.

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.

SANTOS, D. M.; MARTINS, J. F. P.; SANTOS, N. C. Arenosidade e outros problemas do doce. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 52, p. 61-80, jul./ago. 1977.

SARANTÓPULOS, C. I. G. L. et al. **Embalagens plásticas flexíveis**: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 213 p.

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.

TERÁN-ORTIZ, G. P. **Efeito de adição de gomas xantana e locusta na cinética de inibição de cristalização de açúcares em doce de leite**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

TONIETTO, J.; VIANELLO, R. L.; REGINA, M. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 32-35, set./out. 2006.

TORRES E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p.145-150, 2000.

WICKLUND, T. et al. Antioxidant capacity and colour of strawberry Jam as influenced by cultivar and store conditions. **Food Science and Technologic**, Misore, v. 38, n. 4, p. 380-391, June 2005.

ZIMMERMANN, J. V. et al. Physicochemical, sensorial and rheological properties of *doce de leite* with Xanthan Gum and Whey protein concentrate. **Ciência Agrônômica e Engenharia**, Ponta Grossa, v.13, n. 3, p. 53-59, 2007.

CAPÍTULO 6 Viabilidade econômica de produção de doce de leite com café com adição de soro lácteo

RESUMO

O desenvolvimento de novos produtos desempenha importante papel no setor alimentício, pois é considerada uma forma das indústrias ofertarem aos consumidores produtos diferenciados e com alto valor agregado. O estudo da viabilidade econômica no desenvolvimento de um novo produto tem por objetivo analisar se os custos de produção são compatíveis com os lucros gerados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do doce de leite com café com adição de soro lácteo, utilizando dois diferentes espessantes, visando à inclusão do mesmo ao portfólio de produtos de um laticínio. A avaliação econômica foi feita com base no levantamento dos investimentos, dos custos e, do fluxo de caixa estimado de uma empresa. Os parâmetros financeiros aplicados foram a rentabilidade, a lucratividade, o prazo de retorno do investimento e o ponto de equilíbrio. Os resultados mostraram uma lucratividade igual a 38%, uma rentabilidade de 8% e um prazo de retorno dos investimentos de 12 meses, para ambos os doces. O ponto de equilíbrio para o doce de leite com amido foi de 38 unidades e para o doce com goma de 34 unidades. Diante dos resultados, verificou-se que é viável economicamente a inclusão desse novo produto ao portfólio de produtos de uma empresa que já produza doce de leite tradicional.

Palavras-chave: Amido. Goma xantana. Avaliação financeira.

ABSTRACT

The new products development performs an important role in the food industry, because it is considered a form of industries offer to consumers differentiated products with high added value. The economic feasibility in the development of a new product aimed analyzing the production costs are compatible with the profits. The objective of this study was to evaluate the economic viability of dulce de leche with coffee added whey, using two different thickeners, aiming at the inclusion to the same portfolio of the dairy products. The economic evaluation was based on survey of investments, costs and the estimated cash flows of a company. The financial parameters applied were profitability, investment payback period and the balance point. The results showed a profit equal to 38%, profitability 8%, and an investment return within 12 months, for both sweets. The balance point for the dulce de leche with starch was 38 units and for the sweet with gum of 34 units. Considering the results, it was found that it is economically feasible to include this new product to the product portfolio of a company that produces traditional dulce de leche.

Keywords: Starch. Xanthan gum. Financial evaluation.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos desempenha importante papel no setor alimentício, pois é considerada-se uma forma de as indústrias ofertarem aos consumidores produtos diferenciados e com alto valor agregado, contribuindo assim para o aumento dos lucros das empresas e para o atendimento das necessidades dos consumidores. O estudo da viabilidade econômica no desenvolvimento de um novo produto tem por objetivo analisar se os custos de produção são compatíveis com os lucros gerados. A primeira informação importante, nesse caso, são os investimentos necessários para o desenvolvimento, para tanto deve ser feito um levantamento dos preços de tudo que é preciso adquirir para ser viável a criação do novo produto, por exemplo, equipamentos (CARNEIRO, 2009).

Em seguida deve-se fazer um orçamento dos custos, que podem ser fixos (independem da quantidade produzida) ou variáveis (são proporcionais à produção), para assim calcular o custo total da fabricação do novo produto. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, 2004).

O controle de custos industriais é uma ferramenta básica extremamente importante para a otimização dos processos gerenciais e indispensáveis para orientar as decisões diárias das empresas em relação ao processo de produção e às decisões estratégicas relativas à orientação para o mercado. Portanto, o conhecimento e a adoção de técnicas eficientes de controle de custos contribuem positivamente para o sucesso dos processos administrativos e gerenciais nas empresas. Apesar disso, as análises relativas à adoção de controles de custo pela indústria de laticínios revelam que uma parcela significativa das empresas não possui qualquer tipo de acompanhamento sistematizado de custos (SILVA, 2000).

Para estimar o preço de venda do novo produto além dos gastos com sua produção é preciso levar em consideração os impostos e os custos com a comercialização, além é claro do preço dos produtos concorrentes.

Determinado o preço de venda e custos pode-se enfim fazer uma estimativa do lucro e uma avaliação econômica usando parâmetros financeiros como rentabilidade, lucratividade, prazo de retorno do investimento (SEBRAE, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de um novo produto, doce de leite com café com adição de soro lácteo, utilizando dois diferentes espessantes, visando à inclusão do mesmo ao portfólio de produtos de uma empresa produtora de derivados lácteos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção dos doces

Considerou-se, para os dois doces, uma produção diária correspondente ao processamento de 300L de matéria-prima (leite+soro). Os doces foram produzidos conforme tecnologia sugerida por Martins e Lopes (1981). As formulações utilizadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Formulação utilizada na produção do doce de leite para avaliação da viabilidade econômica

	Leite (%)	Soro (%)	Café (%)	Sacarose (%)	Citrato (%)	Amido (%)	Sorbato de potássio (%)	Goma Xantana (%)
Doce amido	55	45	1	20	0,08	1	0,02	-
Doce goma	55	45	1	20	0,08	-	0,02	0,015

As porcentagens de açúcar (20%), citrato de sódio (0,08%), goma xantana (0,015%), amido (1%), sorbato (0,02%) e café (1%) foram calculadas em relação à mistura (leite + soro).

2.2 Viabilidade econômica

De posse de dados cedidos por uma empresa em funcionamento, que comercializa doce de leite e outros produtos lácteos, foi feita uma estimativa dos custos do novo produto: doce de leite com café com adição de soro lácteo, sendo

feito para este, o levantamento dos custos fixos e variáveis, para em seguida chegar ao custo variável unitário e custo fixo unitário.

Para a realização da avaliação econômica, primeiramente foram calculados os investimentos físicos e financeiros. Os investimentos físicos são aqueles que dizem respeito à compra de bens físicos como máquinas, equipamentos, instalações, utensílios, obras civis entre outros, ou seja, diz respeito ao capital que é preciso investir em alguns recursos, os quais possibilitarão operar o negócio. Os investimentos financeiros são os destinados ao capital de giro do negócio. O capital de giro é o montante de recursos em dinheiro que precisa ser investido para o funcionamento normal da empresa: estoque de produtos, matéria-prima e outros materiais; para o financiamento de vendas a prazo, pagamento de salários dos colaboradores e demais despesas fixas.

Com esses dados foi feito o levantamento dos custos, que são fixos ou variáveis. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), custos fixos, são aqueles que não variam com o volume de produção e; custos variáveis são aqueles que variam com o volume de produção.

De posse do custo total (custos fixos e custos variáveis) fez-se o cálculo do preço de venda estimado do produto (PUV), conforme Equação 1. Para obter o preço de venda do produto foi necessário o cálculo do custo variável por unidade produzida (CVU) (Equação 2), custo fixo unitário (CFU) (Equação 3) e custo unitário do produto (CUP) (Equação 4) (ROCHA, 2011).

$$\text{PUV} = \left(\frac{\text{CUP}}{[100\% - (\text{CC}\% + \text{ML}\%)]} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Para o cálculo do preço de venda do produto foi considerado o custo de comercialização (CC%) igual a 15% (custo de divulgação (3,4%), impostos

(8,6%), previsões de perda (1,5%), comissões de venda (1,5%)) e a margem de lucro (ML%) bruta de 30%.

$$\mathbf{CVU} = \frac{\text{Custo variável total}}{\text{Quantidade produzida}} \quad (2)$$

$$\mathbf{CFU} = \frac{\text{Custo fixo total}}{\text{Quantidade produzida}} \quad (3)$$

$$\mathbf{CUP} = \text{CVU} + \text{CFU} \quad (4)$$

Determinado o preço de venda e custos fez-se uma estimativa do lucro e uma avaliação econômica usando parâmetros financeiros como rentabilidade, lucratividade, prazo de retorno do investimento e ponto de equilíbrio.

A lucratividade é um indicador que demonstra a eficiência operacional de uma empresa (valor que sobra para a empresa após serem pagos os devidos impostos e os custos de comercialização), foi calculada conforme Equação 5 (ROCHA, 2011).

$$\mathbf{Lucratividade} = \left(\frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Receita total}} \right) .100 \quad (5)$$

A rentabilidade é um indicador que mostra a velocidade com que o capital investido no mesmo retornará (Equação 6) (ROCHA, 2011).

$$\mathbf{Rentabilidade} = \left(\frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Investimento Total}} \right) .100 \quad (6)$$

O prazo de retorno do investimento indica o tempo necessário para que os empresários recuperem tudo o que investiram no negócio Equação (7) (ROCHA, 2011).

$$\mathbf{PRI} = \frac{\textit{Investimento total}}{\textit{Lucro líquido}} \quad (7)$$

O ponto de equilíbrio representa o nível de produção e venda suficientes para igualar receitas e custos. Para o cálculo do ponto de equilíbrio (Equação 8) foi preciso primeiramente calcular a margem de contribuição unitária (MCU) (Equação 9) (ROCHA, 2011).

$$\mathbf{PE} = \frac{\textit{Custos Fixos}}{\textit{MCU}} \quad (8)$$

$$\mathbf{MCU} = \textit{PUV} - \textit{CVU} \quad (9)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 e 3 estão representados os investimentos iniciais e financeiros, respectivamente, para a inclusão do doce de leite com café com adição de soro lácteo.

Tabela 2 Investimento físico para implantação de novo produto

Investimento físico		
	Doce com amido	Doce com goma
Liquidificador industrial*	R\$ 899,00	R\$ 899,00

*Liquidificador industrial POLI LS-10, capacidade: 10 L.

Tabela 3 Investimento financeiro para implantação de novo produto

Investimento financeiro		
	Doce com amido	Doce com goma
Estoque de matéria-prima*	R\$ 3127,00	R\$ 3184,00
Publicidade inicial	R\$ 1000,00	R\$ 1000,00
Outros	R\$ 1000,00	R\$ 1000,00
Total	R\$ 5127,00	R\$ 5184,00
INVESTIMENTO TOTAL (Físico + Financeiro)	R\$ 6026,00	R\$ 6083,00

*Matéria-prima referente à produção de mais quinze dias, equivalente a um tacho com 300 litros de mistura (leite + soro). O estoque foi calculado por quinze dias, pois nem todos os dias serão realizados a produção do novo produto, que será intercalado com o produto tradicional

Para a inclusão do doce de leite com café com adição de soro lácteo na linha de produção do laticínio que fabrica doce de leite tradicional é necessário

um investimento de R\$6026,00 para o doce com amido e R\$6083,00 para o doce com goma.

Os custos para a produção do novo produto foram estimados a partir de dados cedidos por um laticínio que produz doce de leite convencional.

Como o estudo considerou a utilização de uma mesma estrutura de produção para a avaliação comparativa dos dois doces, as diferenças nos valores dos investimentos necessários as suas implantações recaíram sobre os itens de capital de giro, os quais variam principalmente em função dos custos dos ingredientes utilizados em cada uma das formulações de doce de leite. Por conta disso, a produção do doce de leite com goma exige um investimento total um pouco maior.

A Tabela 4 demonstra os custos fixos para a produção do doce por dia.

Tabela 4 Custos fixos para a produção do doce de leite com café com adição de soro

Custos fixos		
	Doce com amido	Doce com goma
IPTU	R\$ 9,86	R\$ 9,86
Salário (administrativo)	R\$ 54,00	R\$ 54,00
Salário (operacional)	R\$ 63,00	R\$ 63,00
Manutenção	R\$ 18,00	R\$ 18,00
Depreciação	R\$ 5,16	R\$ 5,16
Energia e Água	R\$ 8,00	R\$ 8,00
Outros	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Total	R\$ 168,02	R\$ 168,02

Observa-se, que os custos fixos são iguais, pois também foi mantida a mesma estrutura para que a comparação ficasse apenas dependendo das

características intrínsecas de cada produto, como, por exemplo, a sua formulação (Tabela 4).

Na Tabela 5 estão representados os custos variáveis para a produção do doce de leite com café com adição de soro lácteo.

Tabela 5 Custos variáveis para a produção do doce de leite com café com adição de soro

	Custos variáveis	
	Doce com amido	Doce com goma
Leite	R\$ 140,25	R\$ 140,25
Soro	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Sacarose	R\$ 70,20	R\$ 70,20
Citrato de sódio	R\$ 3,60	R\$ 3,60
Café solúvel	R\$ 126,60	R\$ 126,60
Bicarbonato de sódio	R\$ 0,0020	R\$ 0,0020
Sorbato de potássio	R\$ 1,16	R\$ 1,16
Amido	R\$ 6,90	-
Goma xantana	-	R\$ 10,77
Embalagem (lata já etiquetada)	R\$ 169,54	R\$ 150,92
Lenha	R\$ 24,45	R\$ 24,45
Outros	10,00	10,00
Energia (produção)	8,00	8,00
Total	R\$ 560,70	R\$ 545,95

*Custos para a produção do doce utilizando 300L de mistura (leite + soro). Para essa quantidade, foram obtidas 173 unidades para o doce com amido e 154 unidades para o doce de leite com goma, visto que, o rendimento foi maior para o doce com adição de amido.

Em relação aos custos variáveis, verificam-se as variações esperadas, exatamente pelas diferentes formulações e tecnologias utilizadas. Observa-se

que o doce com amido apresentou maior custo total (Tabela 5), porém foram obtidas maiores unidades em relação ao doce com goma, que apresentou menor rendimento, isso justifica o menor valor no preço das embalagens para o doce com goma, para uma mesma quantidade de leite e soro, são obtidas 19 unidades a mais para o doce com amido.

Após a obtenção dos custos fixos e variáveis, calculou-se o custo unitário do produto (Tabela 6).

Tabela 6 Custos unitários

	Custos	
	Doce com amido	Doce com goma
Custo fixo unitário	R\$ 0,97	R\$ 1,09
Custo variável unitário	R\$ 3,24	R\$ 3,54
Total	R\$ 4,21	R\$ 4,63

Observa-se (Tabela 6), que o custo de produção do doce com amido é de R\$4,21 por unidade (lata de 800g) e do doce com goma xantana foi de R\$4,63 (lata de 800g).

Tabela 7 Preço estimado de venda do doce

Sabor	Preço de venda	
	Doce com amido	Doce com goma
Com café	R\$ 7,65	R\$ 8,42
Sem café	R\$ 6,33	R\$ 6,93

Para o cálculo do preço de venda do produto foi considerado um custo de comercialização de 15% e margem de lucro de 30%, conforme Equação (1).

Dessa forma, foi obtido um preço de venda do doce com amido de R\$7,65 e de R\$8,42 para o doce com goma (Tabela 7).

Esses valores obtidos permitem a concorrência do produto no mercado, visto que, o mesmo doce, porém tradicional é vendido a R\$8,59 a unidade (800 g), além disso, deve-se considerar o fato do doce obtido ser um produto sustentável.

Observou-se também que a adição do café contribui para elevar o preço do produto, portanto, foi calculado o preço de venda sem a adição de café ao doce, os valores encontrados foram de R\$6,33 para o doce com amido e R\$6,93 para o doce com goma, uma redução de aproximadamente 17% no preço do produto.

Verificou-se que o preço de venda foi reduzido em 26% para o doce com amido e 19% para o doce com goma em relação ao doce tradicional sem adição de soro, o que demonstra a viabilidade da adição de soro.

Com a posse de todos os dados necessários, estimou-se a receita, custo total e o lucro (Tabela 8).

Tabela 8 Valores para a produção e venda de 173 unidades de doce com amido e 154 de doce com goma xantana

	Doce com amido	Doce com goma
Quantidade produzida*	173	154
Custo total	R\$728,33	R\$713,02
Valor de venda (Receita)	R\$1323,45	R\$1296,68
Lucro total	R\$595,12	R\$583,66
Lucro líquido	R\$505,85	R\$496,11

*Utilizando 300L de mistura (leite + soro) foram obtidas 173 unidades para o doce com amido e 154 unidades para o doce de leite com goma, visto que, o rendimento foi maior para o doce com adição de amido

Após o cálculo dos custos e dos investimentos necessários para a introdução do novo produto na linha de produção do laticínio, realizaram-se os cálculos dos indicadores de desempenho.

Na Tabela 9 está representada a lucratividade obtida com a produção do doce de leite com amido ou goma xantana.

Tabela 9 Lucratividade

Lucratividade	
Doce com amido	Doce com goma
38,22%	38,26%

A lucratividade representa a eficiência operacional, ou seja, tanto para o doce com adição de amido como para o doce com adição de goma xantana, a cada R\$100,00 vendidos, restam para o laticínio R\$38,00 como forma de lucro, depois de pago todos os impostos (Tabela 9).

Observa-se que apesar de apresentarem custos de produção diferentes, a lucratividade é a mesma para ambos os doces.

Tabela 10 Rentabilidade

Rentabilidade	
Doce com amido	Doce com goma
8,39%	8,15%

A rentabilidade para ambos os produtos foi de aproximadamente 8% (Tabela 10), ou seja, 8% de tudo que foi investido na indústria retornam em um mês sob a forma de lucro.

Tabela 11 Prazo de retorno do investimento

Prazo de retorno do investimento	
Doce com amido	Doce com goma
12 meses	12 meses

O prazo de retorno do investimento resultou em 12 meses (Tabela 11), para ambos os produtos, o que significa que caso seja alcançado a expectativa de venda, a empresa recupera tudo que investiu em aproximadamente um ano.

Tabela 12 Ponto de equilíbrio

Ponto de equilíbrio	
Doce com amido	Doce com goma
38	34

Segundo Rezende, Santos e Costa (2006), o ponto de equilíbrio refere-se ao nível de produção em que não há lucro ou prejuízo. Assim, nesse parâmetro é demonstrado o quanto cada empresa deverá vender mensalmente de cada produto/serviço para cobrir seus custos.

No presente estudo, observou-se que o ponto de equilíbrio para o doce com amido se encontra na venda de 38 unidades e para o doce com goma xantana 34 unidades (Tabela 12), ou seja, vendendo 38 unidades do doce com amido ou 34 unidades do doce com goma por mês, o laticínio não apresenta lucro ou prejuízo, cobrindo todos os seus custos.

Essa diferença na quantidade de unidades que devem ser vendidas é menor para o doce de leite com goma, pois esse apresenta um preço de venda maior, sendo, então necessário menor número de unidades para se atingir o ponto de equilíbrio.

Portanto, observa-se que esse produto é viável economicamente, caso seja possível a demanda de todo o doce produzido, no entanto, a partir de 38 unidades (doce com amido) ou 34 unidades (doce com goma xantana) a empresa já obterá lucro.

Vieira et al. (2011) avaliaram a viabilidade econômica de produção de doce de leite tradicional, *light* e *diet*. Os indicadores econômicos e financeiros de rentabilidade apontaram como economicamente viável a implantação de unidades agroindustriais para a produção de doce de leite *light*, com redução de 58% de gordura. Vieira et al. (2011) observaram que, embora o doce de leite *light* exija um investimento maior e apresente maiores custos variáveis, sua lucratividade é maior, devido ao seu maior rendimento e ao seu posicionamento no mercado com preço de R\$10,77 o pote de 450g, sendo mais caro que o produto *diet* e tradicional. No estudo de Vieira et al. (2011), para uma unidade de 800 g, o preço de venda do produto seria de aproximadamente R\$ 19,00.

Como foi discutido nos capítulos anteriores, o doce de leite com café e soro lácteo pode ser considerado um produto *light*, pois apresentou redução de 41,45% no teor de gordura para o doce com adição de amido e 34% para o doce com goma. Segundo a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, um produto para ser considerado *light* em relação ao teor de gordura deve apresentar uma redução

mínima de 25% no conteúdo de gorduras totais em relação ao produto convencional (ANVISA, 2012). O preço de venda desses produtos sem a adição de café ao doce seria de R\$6,33 para o doce com amido e R\$6,93 para o doce com goma, valores bem inferiores aos obtidos por Vieira et al. (2011), ou seja, para a obtenção de um produto com a denominação de *light*, porém com teores de gordura diferentes, o doce com adição de soro seria mais viável.

Deve-se salientar que a implantação desse novo produto, deve ocorrer em uma empresa que já produza doce de leite, para obter os resultados encontrados neste estudo.

4 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram uma lucratividade igual a 38%, uma rentabilidade de 8% e um prazo de retorno dos investimentos de 12 meses, para ambos os doces. O ponto de equilíbrio para o doce de leite com amido foi de 38 unidades e para o doce com goma de 34 unidades. Diante dos resultados, verificou-se que é viável economicamente a inclusão desse novo produto ao portfólio de produtos de uma empresa que já produza doce de leite tradicional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 nov. 2012. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html>. Acesso em: 21 dez. 2012.

CARNEIRO, J. D. S. **Desenvolvimento de novos produtos com ênfase em cereais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009. 44 p.

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).

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 712 p.

REZENDE, A. A.; SANTOS, A. C.; COSTA, A. M. Custo de produção em laticínios. **Custos e Agronegócio Online**, Recife, v. 2, n. 1, jan./jun. 2006.

ROCHA, M. R. **Viabilidade técnica e econômica do novo produto: goiabada cascão diet com adição de prebióticos**. 2011. 51p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Comece certo**. [S. l.: s. n.], 2004. 42 p.

SILVA, R. S. **Custo de produção**: manual do usuário. Lavras: CEL, 2000. 114 p.

VIEIRA, M. C. et al. Produção de doce de leite tradicional, light e diet: estudo comparativo de custos e viabilidade econômica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 10, out. 2011.