

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

SILVIA AINARA CARDOSO AGIBERT

CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DE DOCE DE LEITE CAPRINO

RIO DE JANEIRO

2013

SILVIA AINARA CARDOSO AGIBERT

**CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DE DOCE DE LEITE CAPRINO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadores: Verônica M. A. Calado e Elisa Helena da Rocha Ferreira

RIO DE JANEIRO

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

A267

Agibert, Silvia Ainara Cardoso

Caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial de doce de leite caprino/ Silvia Ainara Cardoso Agibert - 2013.

102 p. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013

SILVIA AINARA CARDOSO AGIBERT

**CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DE DOCE DE LEITE CAPRINO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Aprovada em: 25/09/2013

Verônica M. A. Calado, Ph.D., UFRJ

Elisa Helena da Rocha Ferreira, D.Sc., UFRRJ

Edimir Andrade Pereira, D.Sc., UTFPR

Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa, D.Sc., UFRRJ

Ana Lúcia do Amaral Vendramini, D.Sc., UFRJ

DEDICATÓRIA

A minha família pela presença marcante em todos os momentos de minha vida.

Aos meus amigos.

Dedico com carinho.

AGRADECIMENTO

À Profª Drª. Verônica Calado pela orientação consistente.

À Profª Drª. Elisa Helena da Rocha Ferreira pela orientação cuidadosa e pelo incentivo e dedicação a este trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela dedicação.

À professora Drª. Sandra Regina Gregório e às colegas Fabíola e Bárbara pelo apoio durante as análises sensoriais.

Aos meus colegas de Planta Piloto: Izabel, Mara e Luizão pelo apoio e companhia nas intermináveis produções.

Aos colegas de Laboratório: Carolina, Renata e Hellington pelo apoio e companhia nos dias e noites de atividades laboratoriais, e a Rosana, por cuidar tão bem dos meus experimentos nos momentos em que estive impedida de fazê-lo.

A toda equipe do CTS Alimentos e Bebidas e a todos os parceiros que viabilizaram este trabalho pelo apoio constante, motivação e interesse no trabalho desenvolvido.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo oferecimento deste Curso de Mestrado e pela possibilidade de uso de equipamentos necessários a este estudo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por possibilitar o uso de suas instalações para a realização de análises desta pesquisa.

Ao CTS Alimentos e Bebidas por possibilitar o uso de suas instalações e equipamentos para a realização de experimentos e análises desta pesquisa.

E a Deus pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

RESUMO

AGIBERT, Silvia Ainara Cardoso. **Caracterização Reológica, Microbiológica, Físico-Química e Sensorial de Doce de Leite Caprino**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013

Com o objetivo de oferecer ao mercado consumidor produtos mais saudáveis e que permitam a redução dos impactos ambientais, o Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, em parceria com o Departamento Nacional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-DN), desenvolveram os produtos: doce de leite caprino e doce de leite caprino com substituição parcial de leite por soro de leite, que permitirão o consumo do produto lácteo por pessoas com intolerância ao leite bovino, além de apresentarem benefícios ao consumidor, pois o soro de leite caprino e o leite caprino utilizados em sua composição apresentam elevada qualidade nutricional. Assim, o trabalho em questão, desenvolvido na Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em parceria com o Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), apresenta a caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial desses produtos. Os produtos obtidos apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano, Pseudoplástico, e satisfatoriamente ajustado ao modelo de Herschel-Blukley. Com relação às características microbiológicas os produtos obtidos são iguais e atendem aos Padrões de Identidade e Qualidade fixados pela legislação vigente. As características físico-químicas dos produtos obtidos são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) para os parâmetros sólidos totais, umidade, cinzas e proteínas, e só não atenderam à legislação específica no que diz respeito ao teor de cinzas, pois o leite caprino apresenta maior teor de cinzas do que o leite bovino. O doce de leite com maior maciez e maior viscosidade aparente apresentou maior índice de aceitação para os parâmetros sensoriais e intenção de compra, mesmo quando a avaliação foi realizada por provadores que apresentavam baixa frequência de consumo de doce de leite. Essas informações poderão contribuir para o desenvolvimento de legislação específica para derivados lácteos caprinos, como o doce de leite caprino, e permitirão a viabilização da produção industrial do doce de leite caprino com substituição parcial do leite por soro de leite, o que permitirá a comercialização de um produto de grande importância nutricional e a utilização do principal subproduto do laticínio, o soro de leite, reduzindo seu impacto ambiental.

Palavras-chave: doce de leite caprino; soro de leite; caracterização.

ABSTRACT

AGIBERT, Silvia Ainara Cardoso. **Caracterização Reológica, Microbiológica, Físico-Química e Sensorial de Doce de Leite Caprino**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013

Aiming at the need to offer the consumer market healthier products and to enable the reduction of environmental impacts, the Technology Centre Senai-RJ Food and Beverage, in partnership with the National Department of the National Service of Industrial Learning (Senai-DN) developed the following products: fresh goat milk and sweet goat milk with partial replacement of milk whey, which allow the consumption of dairy products for people intolerant to cow milk besides presenting benefits to the consumer, because the whey goat and goat milk used in its composition have high nutritional quality. Thus, the work in question, developed in the School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), in partnership with the Department of Food Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ), presents the rheological characterization, microbiological, physico-chemical and sensorial of these products. Both products obtained, showed rheological behavior of non-Newtonian fluid, Pseudoplastic, and satisfactorily fit the model of Herschel-Blukley. With respect to the microbiological both products are equal and responded to specific legislation. Although statistically different ($P < 0.05$), for the parameters total solids, moisture, ash and protein, both products did not responded to specific legislation with regard to ash content, because goat milk has a higher content of ashes than cow milk. The sweet milk with softness and higher apparent viscosity has a higher acceptance rate for sensory parameters and purchase intent, even when the assessment is carried out by assessors who had low frequency of consumption for fresh milk. This information will contribute to the development of specific legislation for goat milk products, such as sweet goat milk and allow the feasibility of industrial production of fresh goat milk with partial replacement of milk with whey, which will allow a product marketing of a product of great nutritional importance and use of the main by-product of the dairy, whey, reducing its environmental impact.

Keywords: Sweet goat milk; whey; characterization.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Composição Centesimal de Leite Bovino e de Leite Caprino.	23
Quadro 2:	Tolerância de Coliformes a 45 °C, <i>Salmonella</i> sp, Estafilococos coagulase positiva e Bolores e Leveduras no Doce de Leite.	35
Quadro 3:	Parâmetros Físico-Químicos do Doce de Leite e do Doce de Leite com Creme, conforme o Padrão de Identidade e Qualidade do Doce de Leite (BRASIL, 1997).	35
Quadro 4:	Formulações de Doces de Leite Desenvolvidos pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Fluxograma de Produção de Doce de Leite.	28
Figura 2:	Classificação do Comportamento Reológico de Alimentos Viscosos (adaptado de Flauzino (2007)).	42
Figura 3:	Fluxograma das Produções do Doce de Leite Realizadas na Planta Piloto do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas.	50
Figura 4:	Fotos dos Doces de Leite de Cabra Produzidos em Escala Piloto. Formulação A: (a), (b) e (c); Formulação B: (d), (e) e (f).	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Frequência de Consumo de Doce de Leite pelos Provadores.	71
Gráfico 2:	Aceitação Global de Doce de Leite pelos Provadores.	73
Gráfico 3:	Intenção de Compra de Doce de Leite pelos Provadores.	73
Gráfico 4:	Aceitação Global de Doce de Leite pelos 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês.	75
Gráfico 5:	Intenção de Compra de Doce de Leite pelos 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês.	75
Gráfico 6:	Reograma dos Doces de Leite (Viscosidade Aparente em função da Taxa de Deformação).	78
Gráfico 7:	Reograma (Viscosidade Aparente em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite nas Temperaturas de 25 °C e 70 °C.	79
Gráfico 8:	Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite nas Temperaturas de 25 °C e 70 °C.	80
Gráfico 9:	Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite na Temperatura de 25 °C.	81
Gráfico 10:	Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite na Temperatura de 70 °C.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Parâmetros Microbiológicos dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto.	57
Tabela 2:	Parâmetros Microbiológicos do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto.	59
Tabela 3:	Parâmetros Físico-químicos dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto.	60
Tabela 4:	Composição Centesimal dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto.	61
Tabela 5:	Parâmetros Físico-Químicos do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto.	62
Tabela 6:	Composição Centesimal do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto.	62
Tabela 7:	Parâmetros Microbiológicos dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	64
Tabela 8:	Parâmetros Físico-Químicos dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	64
Tabela 9:	Composição Centesimal dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	65
Tabela 10:	Parâmetros de Cor dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	67
Tabela 11:	Parâmetros de Textura dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	70
Tabela 12:	Aceitação dos Parâmetros Sensoriais dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	72
Tabela 13:	Intenção de Compra para os Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	72
Tabela 14:	Aceitação, por 92% dos Provedores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês, dos Parâmetros Sensoriais dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	74
Tabela 15:	Intenção de Compra, por 92% dos Provedores, que Consomem Doce de Leite Pelos Menos Uma Vez Por Mês, para os Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto.	74
Tabela 16:	Viscosidade Aparente do Doce de Leite em Temperaturas de 25 °C e 70 °C.	79
Tabela 17:	Parâmetros reológicos do Doce de Leite em Temperaturas de 25 °C e 70 °C.	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	MERCADO DE LEITE E DERIVADOS E SUAS TENDÊNCIAS.....	16
2.2	LEITE CAPRINO.....	22
2.2.1	Composição.....	22
2.2.2	Características Funcionais à Tecnologia.....	25
2.3	DOCE DE LEITE.....	26
2.3.1	Tecnologia de Fabricação.....	28
2.3.1.1	Uso de Soro de Leite na Produção de Doce de Leite.....	30
2.3.2	Legislação.....	31
2.3.3	Parâmetros para Avaliação da Qualidade do Doce de Leite.....	32
2.3.3.1	Parâmetros Microbiológicos.....	34
2.3.3.2	Parâmetros Físico-Químicos.....	35
2.3.3.3	Parâmetros Sensoriais.....	36
2.3.3.4	Parâmetros Reológicos.....	41
2.3.3.5	Modelos Reológicos e a Influência da Temperatura.....	45
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
3.1	LEITE E SORO DE LEITE.....	47
3.1.1	Avaliação da Qualidade das Matérias-Primas: Leite e Soro de Leite.....	47
3.1.1.1	Qualidade Microbiológica.....	47
3.1.1.2	Qualidade Físico-Química.....	48
3.2	PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO.....	48
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO.....	51
3.3.1	Caracterização Microbiológica.....	52
3.3.2	Caracterização Físico-Química.....	52
3.3.3	Análise Instrumental.....	53

3.3.3.1	Análise de Cor.....	53
3.3.3.2	Análise de Textura	53
3.3.4	Análise Sensorial	54
3.3.5	Caracterização Reológica.....	55
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	56
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS: LEITE E SORO DE LEITE	57
4.1.1	Qualidade Microbiológica.....	57
4.1.2	Qualidade Físico-Química	60
4.2	PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO.....	62
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO.....	64
4.3.1	Caracterização Microbiológica	64
4.3.2	Caracterização Físico-Química	64
4.3.3	Análise Instrumental	67
4.3.3.1	Análise de Cor.....	67
4.3.3.2	Análise de Textura	70
4.3.4	Análise Sensorial	71
4.3.5	Caracterização Reológica.....	78
4.4	CONSIDERAÇÕES GERAIS	83
5	CONCLUSÃO.....	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICE – QUESTIONÁRIO PADRONIZADO.....	101
	ANEXO - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	102

1 INTRODUÇÃO

O atual crescimento da demanda por produtos alimentícios mais saudáveis, e a apresentação de estudos demonstrando que significativa parcela da população apresenta intolerância ao leite bovino, enquanto o mercado de uma forma geral não disponibiliza opções de produtos equivalentes ou substitutos a estes, associados à pressão governamental por sustentabilidade e redução de impactos ambientais na produção de alimentos, sugerem a exploração de alternativas viáveis para o uso de subprodutos da indústria no desenvolvimento de produtos alimentícios com propriedades nutricionais de interesse da população.

Estudos desenvolvidos por Madrona e colaboradores (2009a), Costa e colaboradores (2008), Brião e Tavares (2007) e Machado (2005), constataram que o soro de leite bovino *in natura* pode ser utilizado na produção de doce de leite pastoso sem causar alterações na qualidade físico-química e sensorial do produto final. Porém, a existência de poucas referências com dados reológicos, microbiológicos, físico-químicos e sensoriais sobre doce de leite caprino, conhecimento fundamental para sua fabricação, conduziu à necessidade de estudo.

Assim, nesta pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a substituição parcial de leite por soro de leite na produção de doce de leite bovino, e sobre a caracterização de leite, soro de leite e doce de leite, de modo a promover informação tecnológica suficiente para se desenvolver a dissertação de mestrado.

Portanto, esta dissertação tem por objetivo apresentar a avaliação da matéria-prima leite e soro de leite e a caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial de doce de leite caprino e de doce de leite caprino com substituição parcial de leite por soro de leite, de modo a gerar dados para viabilizar a industrialização deste produto lácteo a base de leite e soro de leite caprino, já que estas características serão consideradas para a elaboração de parâmetros industriais de processo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Obter a caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial dos doces de leite, desenvolvidos pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, a partir de duas diferentes bases lácteas: a primeira constituída de leite caprino integral, e a segunda de 30% de soro de queijo fresco caprino e 70% de leite caprino integral.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Produzir doce de leite caprino;
- b) Produzir doce de leite caprino a partir de leite e soro de leite caprino;
- c) Analisar as características: microbiológicas e físico-químicas, dos doces de leite produzidos;
- d) Analisar, por método instrumental, textura e cor, dos doces de leite produzidos;
- e) Analisar a aceitação sensorial e a intenção de compra, dos doces de leite produzidos;
- f) Analisar o comportamento reológico dos doces de leite produzidos;
- g) Estudar, comparativamente, os efeitos da substituição parcial do leite por soro de leite sobre as características reológicas, microbiológicas, físico-químicas e sensoriais dos doces de leite caprino produzidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MERCADO DE LEITE E DERIVADOS E SUAS TENDÊNCIAS

A dimensão continental territorial do país, em conjunto com a disponibilidade de recursos sociais e econômicos, e uma nova filosofia gerencial, vem propiciando modificações positivas no agronegócio, tornando este um dos mais importantes segmentos da economia brasileira. Um dos segmentos que corrobora com esta expansão do agronegócio é o setor de lácteos.

O leite é um dos principais alimentos consumidos no mundo devido ao seu alto valor nutricional, sendo utilizado há mais de seis mil anos nas mais diversas formas pelos povos (FLAUZINO, 2007). A tendência mundial de produção de leite para os próximos anos é de aumento no volume produzido, principalmente nos países em desenvolvimento (MASSON, 2010).

De acordo com a pesquisa Produção da Pecuária Municipal 2011, publicada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 18 de outubro de 2012, entre 2010 e 2011 foi registrado um aumento de 4,5% na produção de leite do país, chegando a 32 bilhões de litros de leite bovino em 2011.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de leite bovino e a maior parte da produção anual é destinada ao mercado interno. Há uma pequena quantidade exportada para países africanos e para latino-americanos (BRASIL, 2010). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) traçou o panorama dos principais produtos do agronegócio para os próximos onze anos. As perspectivas para a cadeia produtiva do leite são promissoras, com grande possibilidade de crescimento. Acredita-se que a produção nacional atingirá cerca de 37 bilhões de litros, o que representa aumento médio de 1,95% ao ano. Em consequência do aumento populacional e também do poder aquisitivo, o consumo deve crescer 1,98% ao ano. Outra tendência esperada é a manutenção dos resultados positivos das exportações, em que o volume a ser exportado nos próximos onze anos pode se aproximar dos 2 milhões de toneladas anuais (BRASIL, 2010).

O agronegócio do leite e derivados desempenha papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda. O Brasil, tradicionalmente, foi importador desses produtos, mas no período entre 1999 e 2006, com o aumento significativo da produção nacional, houve significativa redução na importação, passando de 384 milhões de litros para 55 milhões de

litros. Em contrapartida, no mesmo período, observou-se elevação na exportação de produtos lácteos de 4,4 milhões de litros para 53 milhões de litros (ZOCC; GOMES, 2007). A pecuária leiteira no país tem se destacado, por um intenso processo de especialização da produção, promovendo dessa forma um cenário bastante positivo (BRASIL, 2011).

Devido ao papel funcional observado na proteína do leite caprino, com relação ao controle de alguns tipos de alergia alimentar provocados por proteínas do leite bovino (HAENLEIN, 2004), a caprinocultura leiteira tem aumentado de forma bastante significativa sua participação no cenário agropecuário brasileiro, superando o constante desafio de conquistar e manter novos mercados para o leite caprino e seus derivados (BORGES; BRESSLAU, 2002), e consolidando-se como importante alternativa pecuária, principalmente para o pequeno produtor que emprega mão de obra familiar (LORENZONI, 2005).

O rebanho mundial de caprinos, estimado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations Agriculture (FAO) em 2008, foi de 864 milhões de cabeças. Aproximadamente, 9,4 milhões de cabeças estão no Brasil, ou seja, apenas 1,1% do total. No ranking mundial, em 2008, o Brasil encontrava-se na 18ª posição (FAO, 2008a).

Em relação à produção brasileira de leite caprino, esta apresenta pleno desenvolvimento, que pode ser percebido pelo crescente aumento de derivados lácteos originados do leite caprino em decorrência da atividade pecuária leiteira caprina, o que demonstra ser de grande interesse para alimentação humana, contribuindo para o suprimento de proteína animal à população (WANDER; MARTINS, 2004). Em 1961, o Brasil produziu 67.170 toneladas do produto. Três décadas depois (1991), a produção nacional aumentou cerca de 117% (FAO, 2008b), indicando um crescente interesse na atividade. Torna-se necessário, portanto, que os profissionais e empresários da área rural envolvidos com a caprinocultura leiteira, incorporem cada vez mais tecnologias de baixo custo e fácil aplicação, visando o aumento da produtividade do rebanho brasileiro. Já em períodos mais recentes, a produção apresentou pequenas oscilações (1998 a 2008). Neste período, o ápice produtivo foi em 2000, porém, no ano seguinte, o país apresentou uma queda de aproximadamente 6,5%, mantendo-se com valores aproximados até o final da série (FAO, 2008b).

Nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, a atividade caprino leiteira tem sido vista como uma alternativa de emprego e renda para a agricultura familiar (IVO, 2007). No Brasil, 92% do rebanho caprino brasileiro concentra-se na região Nordeste, e é onde mais recentemente

iniciou-se um sistema organizado de aquisição, industrialização e distribuição de leite, através de programas institucionais dos governos estaduais (BORGES; BRESSLAU, 2002).

No estado do Rio Grande do Sul (RS), a produção mensal estimada gira em torno de 70 a 100 mil litros, embora seja baseada em suposições, devido à informalidade do setor (LORENZONI, 2005). Apesar de dispor de apenas 3,5% do efetivo caprino do Brasil, a região Sudeste destacava-se, em 2003, pela representatividade de seus estados no agronegócio caprino leiteiro, tanto pela produção comercial (21% do total produzido no país) quanto pela participação no mercado do leite caprino e seus derivados. Destacava-se ainda pelas iniciativas pioneiras de produtores e indústrias quanto à legislação sanitária e marketing do leite caprino (BORGES, 2003).

Segundo Cordeiro (2006), o leite caprino é único em múltiplas utilizações, e por isto tão difundido e consumido sob as mais diversas formas. O leite caprino e seus derivados são muito utilizados como alimentos funcionais, devido a seu potencial nutricional, e os chefes de cozinha o buscam e apreciam devido ao seu sabor, textura e peculiaridade, o que confere a estes produtos uma boa prospecção de mercado (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). Esta oferta cada vez mais variada de produtos tem exigido maior eficiência de todos aqueles envolvidos na cadeia produtiva do leite caprino (BORGES; BRESSLAU, 2002). É interessante observar que dentre os países com os quais se tem mais informações sobre o setor, a destinação do leite caprino varia muito em função dos hábitos alimentares e características do próprio país. Outra perspectiva que tem influenciado o setor produtivo é a de mudanças de hábitos de consumo, como a busca por praticidade e conveniência, produtos com baixo teor de gordura e crescente consciência dos aspectos nutricionais e de saúde.

Mesmo com a observada elevação da produção de leite caprino no país nos últimos anos, o consumo ainda é pequeno, se comparado com o consumo de leite bovino e bubalino. Um dos maiores problemas desse baixo consumo é a rejeição ao leite caprino, em decorrência das características sensoriais, que são bem marcantes no leite dessa espécie (WANDER; MARTINS, 2004).

A comercialização também é, sem dúvida, um grande "gargalo" da caprinocultura leiteira no Brasil, estando o resultado da atividade, em geral, condicionado ao desempenho dos produtos no mercado, por isso, nos países europeus, a partir de 1994, os leites fluídos em embalagem UHT foram lançados no mercado (HAENLEIN, 2004).

Portanto, segundo Haenlein (2004) a demanda por leite caprino cresce em função de três aspectos. Os caprinos, mais que outros mamíferos, são fonte de carne e leite para população de áreas rurais, representando, em certas regiões, parte importante do consumo doméstico de proteína, e sua demanda acompanha o próprio crescimento populacional. O segundo aspecto é o interesse de conhecedores e especialistas por produtos como queijos e iogurtes, especialmente em países desenvolvidos, e neste caso, a demanda está relacionada à maior renda. O terceiro aspecto deriva da preocupação das pessoas com a saúde e a crescente procura por alimentos nutritivos, saudáveis e funcionais. Este último aspecto apresenta uma perspectiva de demanda crescente em função da preocupação cada vez maior com a alimentação e saúde humana.

De acordo com Cordeiro (2006), algumas considerações importantes sobre o mercado de leite caprino que devem ser feitas são: (1) Apesar da freqüente opinião de que o mercado internacional poderá ser conquistado com queijo e leite caprino, o mais lógico no primeiro momento, talvez fosse voltar-se para a política de mercado interno, que se apresenta com grande potencial; (2) A apresentação de leite fluido melhor acondicionado e apresentado com maior variedade, como o leite desnatado e o leite achocolatado, e a fabricação de queijos menos requintados a preços mais acessíveis, talvez seja uma alternativa que contribua para a expansão do mercado; (3) Um dos maiores entraves para a comercialização em maior escala é, sem dúvida alguma, o valor dos preços praticados na venda de produtos lácteos caprinos. Em países como os Estados Unidos, Holanda, Nova Zelândia e parte da França, a venda de leite *in natura* para as indústrias tem sido predominantes, e provavelmente, a forma mais indicada para quem deseja produzir leite caprino em escalas maiores; (4) Em outros países, a relação de preços de leite caprino e bovino pagos ao produtor varia de 1,2 a 1,5 vezes. No Brasil, esta correlação está variando em níveis mais altos, na ordem de 2,0 a 2,6 vezes o valor do leite bovino; (5) Devido aos pequenos volumes de coleta, industrialização e comercialização, a atividade também está sendo penalizada, tendo seus custos bem maiores e contribuindo bastante para a elevação dos preços dos produtos finais; (6) Os cosméticos a base de leite caprino têm conquistado um importante mercado, tornando-se mais uma alternativa para os produtores, principalmente como importantes produtos de marketing e de divulgação; (7) Deve-se ter como objetivo de médio prazo, a obtenção de condições para se produzir leite caprino a um custo menor, para com isto, oferecer aos consumidores preços mais baixos, aumentando a base de consumo, a comercialização e difundindo seu uso.

Segundo Correia e Cruz (2006), o alto valor nutricional do leite caprino e suas propriedades de manutenção de saúde, redução do risco de doenças crônicas, e modificação de funções fisiológica de modo positivo, permitem considerá-lo um alimento saudável e funcional. Esta classificação é importante do ponto de vista mercadológico, pois o mercado de alimentos funcionais não é sensível ao preço, e o leite caprino tem um preço superior ao leite bovino.

Para o aumento da demanda e a alavancagem da caprinocultura leiteira, uma das alternativas viáveis, e que vem se desenvolvendo, a exemplo de alguns países europeus, é a produção de queijos e derivados. Nesses países, cerca de 75% do leite caprino é destinado à fabricação de queijos, e apenas 5% ao consumo *in natura* (FURTADO, 2011), devido a dificuldade de conservação do leite na forma *in natura*, e ao elevado período de validade e valor agregado dos queijos, aumentando a oferta destes derivados lácteos no mercado, que representaram, em 2005, apenas 10% do total de produtos de leite caprino comercializados no Rio Grande do Sul (LORENZONI, 2005).

Porém, segundo Kosikowski (1979) e Reis (1999), a maior preocupação dos laticínios produtores de queijos é a geração de grande volume de soro, já que a cada 1 kg de queijo produzido são gerados 9 kg de soro, que, do ponto de vista biológico, é um dos resíduos mais poluentes, devido a sua significativa quantidade de matéria orgânica, apresentando uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 30.000 e 60.000 às plantas de tratamento de águas residuais, o que caracteriza seu alto potencial poluidor, e provoca a destruição da flora e da fauna quando descartado em corpos d'água (MOSQUIM, 1996; GIROTO; PAWLOWSKI, 2001; MACHADO et al., 2001; BRANDÃO, 1994).

A poluição gerada com o processamento de 100 toneladas de leite por dia produz aproximadamente a mesma quantidade de compostos orgânicos produzidos por uma cidade com aproximadamente 55.000 habitantes (SIENKIEWICZ; RIEDEL, 1990). Cada vez mais, portanto, a legislação ambiental exige das indústrias de laticínios um plano de tratamento ou reaproveitamento deste soro (BEM-HASSAN; GHALY, 1994).

Considerando o alto custo de implantação de tratamentos biológicos para o soro de queijo, o alto valor nutricional de suas proteínas, e sua capacidade funcional, é aconselhável o emprego de todas as alternativas viáveis para o adequado aproveitamento deste subproduto (MOSQUIM, 1996) como uma matéria-prima com excelentes propriedades nutricionais, importante fonte de proteínas e lactose, a um baixo custo.

Portanto, a utilização do soro de leite é de fundamental importância para a redução da necessidade de tratamento biológico de alto custo para lançamento em mananciais, reduzindo a agressão ao meio ambiente, e permite o enriquecimento da disponibilidade de proteína à população, através do oferecimento de produtos mais nutritivos e de baixo custo, contribuindo de maneira considerável com a redução de deficiências calórico-proteicas de crianças em idade escolar e indivíduos de um modo geral (SILVA et al., 2003), e com a geração de empregos diretos e indiretos, aumentando a renda dos empresários do ramo e criando maior circulação de capitais (OLIVEIRA, 2006).

No Brasil, apesar de um grande volume do soro não receber tratamento adequado, sendo ainda desperdiçado sob a forma líquida em efluentes, gerando prejuízos sociais, econômicos e ambientais, formas de utilização do soro de queijo como ingrediente vêm sendo desenvolvidas pela indústria em geral (OLIVEIRA, 2006). E é na indústria de alimentos que este ingrediente é mais empregado como uma importante alternativa de se utilizar um subproduto da indústria, que apresenta, ao mesmo tempo, elevado valor nutricional a baixo custo e um grande potencial poluidor.

Apesar da pouca quantidade de informação disponível sobre o soro de leite caprino, e de seu grande volume de descarte ou uso como suplemento nutricional para animais, dentre as várias formas de utilização do soro de queijo está a formulação de novos produtos a partir de sua utilização, como por exemplo, em bebidas lácteas, bebidas lácteas fermentadas, leites fermentados, bebidas nutricionais fortificadas, concentrado proteico de soro de leite, suplementos para atletas, sopas, doces, sucos concentrados, ricota, produtos de padaria e confeitaria, sorvetes, carnes, misturas secas (para condimentar), panificação, chocolate, aperitivos, bebidas, entre outras, tornando seu consumo mais atraente para o consumidor (YANG; SILVA, 1995).

Konar e Akin (1997) e Pandya e Ghodke (2007) compararam as qualidades química, física e sensoriais de sorvete feito de leite bovino, caprino e ovino para sua viabilidade na produção de sorvete. O leite caprino produziu o sorvete de maior aceitação seguido do produzido com leite bovino. Correia e colaboradores (2008) concordaram, concluindo que o sorvete de leite caprino tem uma textura mais leve e características sensoriais específicas.

Brião e Tavares (2007) afirmam que o uso de concentrado protéico de soro de leite na produção de doce de leite é uma alternativa promissora, já que a concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce semelhante ao tradicional,

apresentando-se assim como uma alternativa para o aproveitamento do soro nas indústrias de laticínios (MADRONA et al., 2009a, 2009b).

O sucesso de produtos a base de soro está ligado ao seu posicionamento no mercado. Dependendo do grupo alvo e do segmento de mercado, necessidades específicas devem ser atendidas. Isso significa que as características do produto devem ser definidas, a priori, de modo a corresponder às exigências do consumidor.

2.2 LEITE CAPRINO

O leite pode ser considerado uma mistura de macro e micronutrientes, que contém um número de compostos ativos que atuam de maneira relevante no aspecto nutricional e de proteção a saúde (BOZA; SANZ SAMPELAYO, 1997).

O leite de cabra é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados, e quando beneficiado pode ser classificado, quanto ao teor de gordura, em leite de cabra integral: quando não houver qualquer alteração do teor de gordura contido na matéria-prima (BRASIL, 2000).

O leite caprino é de particular interesse devido a sua composição específica, sendo considerado uma matéria-prima de alta qualidade para alimentos industrializados para crianças e idosos, da mesma forma que para certos setores da população com necessidades nutricionais particulares (CEBALLOS et al., 2009).

2.2.1 Composição

As principais características da composição do leite caprino têm sido comparadas com aquelas de leite produzidos por outras espécies, incluindo humana (CEBALLOS et al., 2009).

O tamanho reduzido dos glóbulos de gordura aumenta a brancura do leite que ocorre devido à dispersão mais eficiente da luz (FENNEMA et al., 2010). Assim, o leite caprino e ovino são brancos comparados ao bovino, que é amarelado devido à presença de carotenos. O leite caprino pode ter sabor mais forte do que o ovino e o bovino, devido à presença de ácidos graxos de cadeia curta, como resultado de manipulação imprópria, que contribui para a ocorrência de reações oxidativas. O leite caprino é levemente alcalino na natureza enquanto o leite bovino é levemente ácido. Além disso, o leite caprino tem maiores proporções de ácidos graxos de cadeia curta como ácidos capróico, caprílico e cáprico do que o leite ovino (JANDAL, 1996). O leite caprino apresenta um gosto levemente mais salgado, devido ao reduzido teor de lactose e ao

aumentado teor de conteúdos clorados, quando comparado com o leite bovino, o que não é um problema para consumidores regulares (LOEWENSTEIN et al., 1980).

Além de menor estabilidade térmica, o leite com glóbulos de gordura menores é mais suscetível à oxidação induzida por luz e lipólise, quando a atividade da lipase está presente, e seus géis de proteína têm menos tensão de coagulação (FENNEMA et al., 2010).

Como grande parte das informações disponíveis na literatura a cerca da composição nutricional do leite caprino e bovino foram obtidas não só sob a influência da metodologia analítica adotada, mas também sob a influência da espécie animal, do estado de lactação e de outros fatores ambientais, como a nutrição, que segundo Devendra (1982) é o fator mais importante na variação da composição do leite caprino, Ceballos e colaboradores (2009) obtiveram os resultados de composição para o leite bovino e para o leite caprino apresentados no Quadro 1, adotando as mesmas condições ambientais e metodologias de análise. Os valores obtidos se mostraram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), com os valores mais altos correspondentes ao leite caprino.

Constituinte	Leite bovino	Leite caprino
Sólidos totais	11,36%	13,57%
Proteína	2,82%	3,48%
Gordura	3,42%	5,23%
Cinzas	0,65%	0,75%
Lactose	4,47%	4,11%

Fonte: Ceballos et al. (2009).

Quadro 1: Composição Centesimal de Leite Bovino e de Leite Caprino.

Ceballo e colaboradores (2009) e Haenlein (1996) verificaram que o leite caprino normalmente provê uma proporção mais elevada de sólidos totais do que o leite bovino, assim como de proteína, gorduras e minerais. Porém, quando expresso em matéria seca, as diferenças tenderam a desaparecer no trabalho de Haenlein (1996) e continuaram superiores ao leite bovino, especialmente o conteúdo de gordura e minerais, no estudo de Ceballo e colaboradores (2009).

Ainda no trabalho apresentado por Ceballos e colaboradores (2009), as frações de proteína apresentaram diferenças evidentes, especialmente com relação à quantidade de caseína alfa-S1, que é menor no leite caprino (62,8%; $p < 0,05$). O perfil de aminoácidos das duas proteínas

revelou certas diferenças, porém a quantidade de aminoácidos essenciais totais não variou ($p > 0,05$). A composição de gorduras foi bem diferenciada, principalmente no que se refere ao conteúdo de ácidos graxos de cadeia média (C6-14), que foi maior no leite caprino (28,8%; $p < 0,05$). O mesmo foi observado para ácidos graxos poli-insaturados ω -6 (10,0%; $p < 0,05$) e ω -3 (51,0%; $p < 0,05$), e também para o teor total de ácido linoleico conjugado (33,8%; $p < 0,05$). As quantidades de cálcio, fósforo, magnésio e cobre foram maiores em cinzas de leite caprino (17,4%, 15,6%, 16,3%, e 66,6%, respectivamente; $p < 0,05$). As diferenças detectadas entre o leite bovino e caprino significam que este último constitui um alimento de interesse particular, em termos de nutrição e saúde.

O soro de leite, considerado o principal subproduto da indústria de laticínios (MAWSON, 1994), é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos, caseína e produtos similares (BRASIL, 2013), correspondendo a aproximadamente 90% do volume do leite, e leva consigo 50 a 55% dos sólidos totais do mesmo (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; KOSIKOWSKI, 1979).

De sabor ligeiramente ácido ou doce, aspecto opaco, coloração amarelo-esverdeada, e composição de nutrientes variável em função do tipo e do processo de fabricação do queijo do qual foi originado, e da qualidade do leite utilizado (MADRID et al., 1995), o soro de leite é composto de aproximadamente 93% de água, 5% de lactose, pequenas quantidades de vitaminas, 0,3% a 0,4% de gordura, 0,8% de sais minerais, 0,2% de ácido láctico e 0,8% a 0,9% de proteína de alto valor biológico (albuminas e globulinas de alto valor nutricional) (BEM-HASSAN; GHALY, 1994; MOSQUIM, 1996), o que o torna uma excelente fonte de proteínas a um baixo custo (MAWSON, 1994).

O teor de sólidos no soro é baixo, podendo ser reduzido ainda mais pela fermentação láctica, que converte lactose em ácido láctico. Dentre os sólidos, a lactose e as cinzas são os constituintes mais importantes. E quanto aos minerais, os principais são o cálcio, fósforo, magnésio, sódio, ferro, zinco e selênio (GARCIA et al., 2006; CASPER et al., 1998; BERTOL et al., 1996).

Quanto ao teor de proteínas do soro, apesar de reduzido, possui elevado valor biológico e boa disponibilidade de aminoácidos essenciais, principalmente lisina e treonina (GARCIA et al., 2006; CASPER et al., 1998; BERTOL et al., 1996). As principais frações protéicas do soro de

leite caprino são as β -lactoglobulinas, α -lactoalbuminas, imunoglobulina e a albumina do soro (BERTOL et al., 1996; CASPER, 1998; GARCIA, 2006).

De acordo com as informações apresentadas por Silva e colaboradores (2003) e Neto e colaboradores (2006), o soro de leite caprino (proteínas: 1,08%; lipídeos: 0,60%) apresenta valor nutricional ainda melhor do que o apresentado pelo soro de leite bovino (proteínas: 0,84%; lipídeos: 0,36%), além de possuir alto teor de alfa lactoalbumina (PANDYA; GHODKE, 2007).

2.2.2 Características Funcionais à Tecnologia

Atualmente, o papel funcional da proteína do leite caprino tem sido relacionado, principalmente, ao controle de alguns tipos de alergia alimentar provocadas por proteínas do leite bovino (HAENLEIN, 2004). Estima-se que 3% a 8% das crianças do mundo com menos de 3 anos são alérgicas às proteínas do leite bovino e igualmente para derivados lácteos (MASSON, 2010). Este distúrbio é relativamente comum entre crianças, com uma prevalência de 2,5% nos primeiros três anos de vida (BUSINCO; BELLANTI, 1993) e 12 a 30% em crianças com menos de 3 meses (LOTHE et al., 1982). A reação alérgica é uma resposta imunológica do organismo frente a um determinado estímulo, neste caso a ingestão de certas proteínas presentes no leite bovino. Tal estímulo desencadeia a liberação de histaminas (anticorpo-antígeno) produzindo os sintomas alérgicos como diarreia, otite, bronquite, erupções cutâneas e corrimento nasal, falta de ar, inchaço, podendo até mesmo chegar ao óbito por choque anafilático. A alergia é causada por uma predisposição genética e tende a acompanhar a pessoa por toda a vida. O leite caprino tem sido um substituto satisfatório nos casos de crianças e adultos alérgicos às proteínas do leite bovino, que são a caseína alfa-s1, lactoalbumina e beta globulina, estas últimas ditas proteínas do soro ou séricas (MASSON, 2010). Isto porque, além de apresentar na sua composição de gordura maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média, que resultam em maior digestibilidade (JENNESS, 1980), a caseína do leite caprino tem uma estrutura diferente, possui mais caseína- β , caseína alfa-s2 e pouca quantidade de caseína alfa-s1. Isto explica a boa tolerância ao leite caprino pelas pessoas que são sensíveis ao leite bovino, embora devemos ressaltar que dependendo da pré-disponibilidade genética, o indivíduo também possa apresentar reações alérgicas ao consumo de leite caprino (PARK, 1994).

De particular interesse são as diferenças entre as composições de leite caprino e bovino, que em termos de nutrientes principais, significa que a utilização nutricional do leite caprino é

marcadamente maior do que nos casos do leite bovino. A proteína do leite caprino é mais digestível, e ao mesmo tempo é mais tolerável, ou menos alergênica. De modo similar, a gordura do leite caprino é mais digestível, e pode ser considerada uma excelente fonte de energia para uso em diversos processos metabólicos e ainda no combate a doenças metabólicas. Sobre sua composição mineral, em geral os níveis mensurados dos principais elementos, e seu uso nutricional, se mostram de mais alta qualidade do que o leite bovino (CEBALLOS et al., 2009).

O soro de leite apresenta um alto valor nutritivo e suas proteínas são valorizadas por seu alto valor biológico e por suas propriedades funcionais, como formação de gel, estabilização de espumas e emulsões (DAUBERT et al., 2006), aumento da viscosidade, poder emulsificante e capacidade de retenção de água (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996), sendo a capacidade gelificante destas proteínas a característica funcional mais desejável na produção de sobremesas, pois a gelificação protéica é parte essencial da formação das propriedades de textura, consistência e aparência do produto final; conferindo, portanto, uma série de benefícios estruturais e nutricionais ao mesmo.

Os aminoácidos essenciais disponíveis nas proteínas do soro (lisina e treonina) são importantes no crescimento e no reparo tecidual, o que pode ser particularmente importante para idosos, indivíduos fisicamente ativos e aqueles que tentam manter ou perder peso (GARCIA et al., 2006; CASPER et al., 1998; BERTOL et al., 1996).

Quase todos os aminoácidos do soro superam a quantidade mínima de ingestão diária recomendada pela Organização Mundial de Saúde FAO/WHO (RENNER et al., 1986), assim, a incorporação de proteínas do soro do leite na dieta pode proteger a saúde não somente daqueles com o sistema imune comprometido, mas sim, pessoas de todas as idades.

2.3 DOCE DE LEITE

O doce de leite, também encontrado em referências internacionais como *dulce de leche* (MORO e HOUGH, 1984), é um importante alimento regional, um produto tipicamente latino-americano, característico dos países do Mercosul, sendo produzido com leite bovino em larga escala em países como Brasil, Chile, e, principalmente, Argentina (MAGALHÃES, 1996; MARTINS; LOPES, 1980), onde é consumido basicamente como sobremesa, puro ou combinado com pães, biscoitos, frutas e queijos, podendo, opcionalmente, ser empregado na confeitaria ou sorveteria (DEMIATE et al., 2001). No México, onde é conhecido como “cajeta”, este produto é produzido a partir de leite caprino (PARK; GUO, 2006a, 2006b) e consumido sozinho, como uma

geléia, em sorvetes, e em bolos (MORO; HOUGH, 1984). Na Argentina, Chile, Uruguai e Peru também é usado no preparo de *alfajores*, que são denominados “*obleas*” no México. O doce de leite ganhou popularidade no EUA, graças ao lançamento de um sorvete de doce de leite pela empresa Häagen-Dazs® em 1997, que é o terceiro sabor mais vendido pela empresa, atrás apenas de Baunilha e Fudge Ripple.

Segundo Machado (2005), a produção nacional de doce de leite, embora tenha se mantido estável de 1995 a 2005, com uma produção ao redor de 34 toneladas/ano de 2000 a 2005, atingiu seu ápice em 1995, com 52,3 toneladas produzidas.

Os resultados da Análise Sensorial realizada por Foletto e colaboradores (2006), denotaram a viabilidade da produção do doce de leite caprino, uma vez que o Índice de Aceitação (IA) calculado foi de 70%, considerado o limiar mínimo para a aceitação de um produto no mercado. Em um estudo realizado na cidade de Sobral/CE foram entrevistados 257 consumidores de leite caprino, dos quais 18,2% consumiam doce de leite caprino (MARTINS et al., 2007), demonstrando o potencial do produto para ser inserido no mercado nacional. Para atingir este objetivo se faz necessário a transferência de tecnologia, identificação de nichos de mercado e a utilização de leite de boa qualidade obedecendo às normas vigentes na legislação. Assim, é possível atingir resultados econômicos satisfatórios, diversificação dos produtos lácteos caprinos e uma excelente qualidade do doce de leite que satisfaça as exigências do consumidor (LAGUNA, 1999).

Foletto e colaboradores (2006) reforçam a necessidade de se testar o desenvolvimento de novos produtos e metodologias para o leite caprino, disponibilizando uma maior gama de derivados no mercado além de gerar uma alternativa de consumo diferenciado para o leite caprino, já que embora o desenvolvimento de alimentos de importância nutricional envolva muitas etapas de processo e que devam ser considerados fatores, tais como: aceitação sensorial, estabilidades física, química e microbiológica, e, ainda, que atenda à expectativa de aceitação pelo consumidor, em relação ao produto e ao preço, esse mercado tem um futuro viável e de sucesso. Para que o consumidor pague pelo preço do produto, precisa estar convencido dos aspectos relativos à saúde. Assim, produtos lácteos com apelo nutricional importante têm sido largamente explorados pela indústria e pelos pesquisadores devido a sua característica de alimento benéfico à saúde, tendo sua demanda crescido continuamente.

Desse modo, o doce de leite caprino, produto de alto valor nutritivo e excelente sabor, pode contribuir com significativa porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais, para a alimentação humana (REIS et al., 2009).

2.3.1 Tecnologia de Fabricação

O processo de fabricação do doce de leite constitui-se na evaporação da base láctea (leite ou leite e soro de leite) com açúcar, xarope de glicose e bicarbonato de sódio, resfriamento, envase e armazenamento a temperatura ambiente (LAGUNA, 1999), como ilustrado na Figura 1.

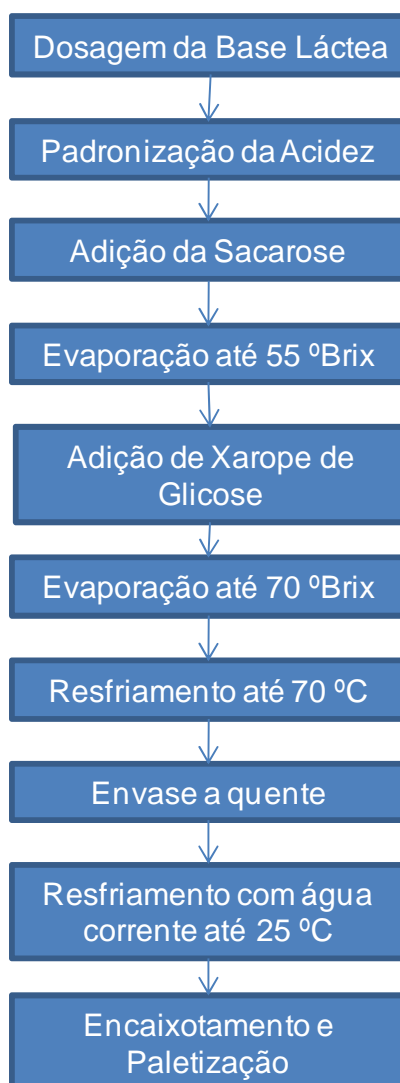


Figura 1: Fluxograma de Produção de Doce de Leite.

Tecnologicamente, o doce de leite se enquadra entre os produtos de leite conservados por evaporação e adição de açúcar, de modo que, em função da elevada pressão osmótica (criada pela alta concentração de açúcar), pode ser conservado em temperatura ambiente, já que a maioria dos microrganismos é eliminada ou inativada (FLAUZINO, 2007; ARES, 2006). Cabe ressaltar que a concentração de açúcar neste produto não deve ser maior do que a porcentagem de sólidos totais necessária para a saturação do açúcar e a cristalização de parte dele, o que promoveria a formação de uma sedimentação e daria ao produto final uma característica de arenosidade indesejada (FLAUZINO, 2007). O aparecimento desta “arenosidade” ocorre devido à baixa umidade do produto entre outros fatores e provoca a sensação de aspereza quando colocado na boca (FEIHRMANN et al., 2004).

Além de inibir o crescimento microbiológico, o açúcar contribui na formação do sabor, aparência e rendimento. A glicose, na forma de xarope de glicose de milho (solução aquosa e transparente), é uma composição de açúcares obtidos através da hidrólise parcial do amido de milho, e dentre suas vantagens destaca-se: melhoria no brilho e textura do produto, além de retardar a cristalização e propiciar um sabor mais suave e menos doce, uma vez que a glicose é menos doce que a sacarose (ENGENOTEC, 2013).

A sacarose sofre mudanças químicas durante o aquecimento, convertendo-se em uma mistura de partes iguais de glicose e frutose. Esta mistura de glicose e frutose é chamada de açúcar invertido que contribui na diminuição da cristalização, aumentando a vida-de-prateleira do produto. A sacarose pura a 20 °C possui uma solubilidade de aproximadamente 67% p/v, sendo que concentrações acima deste valor podem favorecer a cristalização. Neste caso, quanto maior a concentração dos sólidos, maior será o risco de cristalização (ENGENOTEC, 2013).

O xarope de glicose (até 2% sobre o volume de base láctea a ser processada) é adicionado quando a concentração está em torno de 50 a 55% de sólidos, com o objetivo de melhorar a textura e o brilho do produto final (ENGENOTEC, 2013). Isto porque o alto teor de sólidos no início do processo dificultaria a evaporação de água na etapa de concentração.

O escurecimento não enzimático (caramelização e reação de Maillard), que ocorre durante a evaporação, leva a um produto de coloração marrom que tem um sabor característico e agradável (MORO; HOUGH, 1984).

Durante a evaporação também ocorre: redução da atividade de água; modificação da conformidade das proteínas ao agregar as micelas; coalescência das moléculas de gordura; e

elevação do ponto de ebulição, do índice de refração e da viscosidade, cuja importância tecnológica se baseia na diminuição da velocidade de crescimento dos cristais de lactose no doce de leite, controlando a difusão das moléculas solubilizadas e em suspensão. A velocidade de crescimento do cristal de açúcar no doce de leite também é influenciada pela concentração dos hidrocolóides empregados (TERÁN-ORTIZ, 1998).

O tempo de cocção está relacionado com a coloração e umidade desejadas, ao tipo de equipamento utilizado (taxa de aquecimento e agitação), ao teor inicial de sólidos totais e ao fluxograma adotado no processamento (MARTINS; LOPES, 1980).

Na produção artesanal, a verificação do ponto adequado é feita de diversos modos, tais como: a) retirar uma gota do doce, colocá-la sobre uma pedra de mármore e esperar o seu resfriamento para verificar a consistência do produto; b) gotejar algumas gotas de doce em um copo com água e quanto estiver no ponto, essas gotas irão até o fundo do copo sem se dissolverem; c) tomar uma gota de doce entre o polegar e o indicador, vendo se distende bem ao separar os dedos (ENGENOTEC, 2013). Na indústria, a avaliação desse ponto final de cozimento é feita por refratômetro manual, em que a mensuração de sólidos totais varia em função da temperatura (MORO; HOUGH, 1984).

Após o ponto final, desliga-se o vapor, mantendo-se a agitação e promove-se o resfriamento, até que atinja a temperatura de 70 °C. Após este resfriamento o doce é envasado (embalagens de vidro higienizadas) na temperatura acima mencionada e invertido, com a finalidade de: dificultar a contaminação pela manipulação, já que esta temperatura de envase promove a pasteurização da embalagem, e garantir uma característica reológica mais interessante do ponto de vista da energia necessária para se colocar o produto na embalagem. As embalagens devem ficar completamente cheias, sem bolsa de ar e o fechamento deve ser hermético.

Antes do encaixotamento as embalagens de vidro são submetidas ao processo de resfriamento com água corrente, até que o produto atinja a temperatura ambiente (25 °C) de modo a dificultar o crescimento de cristais de açúcar.

2.3.1.1 Uso de Soro de Leite na Produção de Doce de Leite

Madrona e colaboradores (2009a, 2009b) avaliaram cinco amostras de doce de leite pastoso, produzidas a base de leite e soro de leite bovino e concluíram que a utilização do soro de queijo na fabricação de doce de leite pastoso não influencia na qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do doce de leite, sendo, portanto uma ótima alternativa para a indústria

de laticínios, pois possibilita a obtenção de um produto com qualidade nutricional, de baixo custo e infere ao soro não só caráter de efluente das indústrias alimentícias, mas complemento da alimentação humana.

De acordo com Bieger e Rinaldi (2009), a conversão do soro de leite, de resíduo para insumo, pode ser considerada como uma inovação tecnológica na cadeia de produção agroindustrial do leite, de caráter predominantemente tecnológico, pois segundo Cònsoli e Neves (2006), este tipo de inovação prioriza ações que objetivam desenvolver novos processos de fabricação, novas matérias-primas e produtos de concepção inovadora. Assim, produtos a base de soro oferecem grandes possibilidades para a indústria de laticínios ganharem a preferência dos consumidores com idéias inovadoras, com qualidade e custo acessível.

Tradicionalmente o doce de leite é obtido pelo aquecimento e evaporação de uma mistura de leite fluido, sacarose, xarope de glicose e bicarbonato de sódio (MARTINS; LOPES, 1980). Porém, considerando que as indústrias de produtos lácteos de países da América Latina também utilizam concentrado proteico de soro de leite na elaboração de doce de leite bovino (HEIMLICH et al., 1994), devido a gelatinização, uma de suas mais importantes propriedades funcionais (LI et al., 2006), é importante garantir que as características sensoriais do doce de leite tradicional, como a coloração marrom, a leveza e a cremosidade, desenvolvidas durante o extensivo escurecimento não enzimático, que ocorre durante a evaporação, se mantenham no produto elaborado com soro de leite.

2.3.2 Legislação

De acordo com o Regulamento Técnico Mercosul para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite , Portaria N° 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 1997), 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 láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos, como o xarope de glicose), e com uma composição final de no máximo 30% de umidade, 6% a 9% de gordura, máximo de 2% de cinzas e mínimo de 5% de proteína.

Na composição do doce de leite é obrigatória a adição de leite e/ou leite reconstituído e sacarose (máximo de 30% m/v) e ingredientes opcionais, como: creme; sólidos de origem láctea; mono e dissacarídeos que substitua a sacarose (máximo de 40% m/m); amidos ou amidos modificados (proporção não superior a 0,5 g/100 ml de leite); cacau, chocolate, coco, amêndoas, amendoim, frutas secas, cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados em uma proporção entre 5% e 30% m/m do produto final (BRASIL, 1997).

Além disso, é permitida uma extensa lista de aditivos e coadjuvantes de processamento, como: a enzima β -galactosidase (lactase), utilizada para reduzir a cristalização da lactose; o bicarbonato de sódio, utilizado para aumentar as reações de escurecimento (Reação de Maillard) e prevenir a coagulação de proteína; o extrato de baunilha, para saborizar; e o sorbato de potássio (BRASIL, 1997), conservante opcional normalmente recomendado para produto envasado em potes de material plástico, para evitar o desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras, cuja adição (0,30 g/kg de doce) pode ser feita na obtenção do ponto final, com este aditivo previamente diluído na menor quantidade possível de água potável.

Portanto, trata-se de um produto obtido pelo cozimento de leite adicionado de sacarose e glicose, até 70% (p/p) de sólidos totais, que apresenta normalmente uma consistência cremosa ou pastosa e homogênea, textura fechada, sem grumos, flocos ou bolhas, cor castanho caramelado brilhante proveniente da Reação de Maillard, aroma próprio e sabor característico, não enjoativo nem demasiadamente doce, e que deve dissolver bem na boca, sem cristais perceptíveis sensorialmente (MADRONA et al., 2009a, 2009b; BRASIL, 1997; HOUGH et al., 1991; FERREIRA et al., 1989; MORO e HOUGH, 1984).

2.3.3 Parâmetros para Avaliação da Qualidade do Doce de Leite

Apesar de, nos últimos anos, grandes marcas terem apostado na fabricação de doce de leite no Brasil, esta é, em grande parte, artesanal, descontínua, e dispendiosa com relação ao consumo de energia. Por ser um alimento regional, é largamente produzido inclusive em áreas rurais, o que dificulta sua padronização, podendo apresentar alguns problemas com relação à sua qualidade (MACHADO, 2005) e ao enquadramento nos padrões da legislação. Existem poucas referências na literatura sobre o processamento e a caracterização de qualidade, e há falta de dados sobre a composição química das amostras, o que dificulta a padronização e a detecção de fraudes (LEVEOVIX et al., 2006). O padrão está ligado diretamente ao “mestre doceiro”, e isto

reflete em enormes dificuldades para a manutenção da qualidade entre os diferentes lotes de um mesmo fabricante (MESQUITA FILHO, 1985). Além disso, no Brasil, um fator que dificulta a uniformidade das características do doce de leite é a grande dimensão territorial resultando em diferenças culturais da sua população (PERRONE et al., 2011). Com isso, os produtos encontrados no mercado brasileiro apresentam grande variação de características no tocante a cor, consistência, corpo, textura, composição e apresentação (MESQUITA FILHO, 1985). Já na Argentina, onde o sistema de produção é contínuo, o produto tem características mais uniformes (MAGALHÃES, 1996).

Em produtos lácteos com baixa umidade e adicionados de açúcar, como o doce de leite, em que a concentração de açúcar é maior do que a porcentagem de sólidos totais necessária para sua saturação e cristalização parcial, a lactose cristaliza devido à sua baixa solubilidade, quando comparada com a sacarose, formando-se uma sedimentação, os cristais de lactose precipitados, que crescerão formando cristais de elevado tamanho (maiores que 10 μm) e conferindo sensorialmente ao produto a sensação de arenosidade, indesejável na maioria das aplicações (BRIÃO; TAVARES, 2007; FLAUZINO, 2007).

Para evitar a formação de grandes cristais, o processo de cristalização deve ser controlado, de forma que a lactose forme diversos pequenos cristais na solução supersaturada em temperaturas normais de armazenamento (15 °C a 25 °C) (FLAUZINO, 2007). Desta forma, o doce de leite que sai do processo de produção a uma temperatura de aproximadamente 70 °C deve ser rapidamente resfriado até a temperatura de 25 °C e, nesta etapa, pode ser necessário adicionar pequenos e finos cristais de lactose (aproximadamente 0,05% do total de produto), que formarão os pequenos cristais na solução.

Ainda com a intenção de se evitar a cristalização, a sacarose é usualmente substituída parcialmente por xarope de glicose, já que esta dá origem à viscosidade formada por um complexo proteico-dextrose de grande capacidade de hidratação. Em muitos produtos comerciais, adiciona-se a enzima β -galactosidase (lactase), para hidrolisar a lactose, evitando sua cristalização (BRIÃO; TAVARES, 2007; DEMIATE et al., 2004). E a utilização do soro de leite também pode auxiliar na prevenção da formação de cristais no produto, defeito tecnológico que ocorre frequentemente na indústria de laticínios (MADRONA, 2009a).

2.3.3.1 Parâmetros Microbiológicos

Diversos grupos de microrganismos são importantes no monitoramento da qualidade microbiológica dos alimentos, pois a microbiota inicial influencia a qualidade do leite cru e consequentemente dos produtos com ele fabricados (SUAREZ e FERREIROS, 1991). O grupo de bactérias aeróbias mesófilas é importante para a determinação da qualidade do leite por abranger microrganismos patogênicos e que causam alterações na matéria-prima (TEIXEIRA et al., 2000). Outro grupo importante é o das bactérias do grupo Coliforme, que indicam práticas precárias no processo de ordenha e/ou nas etapas subsequentes do processamento (MORENO et al., 1999). A baixa contagem de microrganismos psicotróficos no leite é de fundamental importância para sua qualidade, pois a atividade metabólica desses microrganismos leva a alterações bioquímicas nos constituintes do leite, as quais limitam a vida de prateleira dos produtos. Uma ampla variedade de problemas relacionados à qualidade de produtos lácteos pode estar associada à ação das lipases e proteases de origem microbiana, como alteração do sabor e odor do leite (FONSECA; SANTOS, 2000).

Assim, a caracterização microbiológica dos produtos é essencial para avaliar sua adequação aos padrões higiênico-sanitários vigentes. O Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, Resolução – RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001) orienta avaliar a qualidade microbiológica do doce de leite pelas análises de enumeração de Coliformes a 45 °C (BRASIL, 2001), pesquisa de *Salmonella* sp (BRASIL, 2001) e contagem de Estafilococos coagulase positiva (BRASIL, 2001). Já o Padrão de Identidade e Qualidade de Doce de Leite para o Mercosul, Portaria Nº 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 1997), sugere as análises de contagem de Estafilococos coagulase positiva e contagem de bolores e leveduras. O Quadro 2 mostra a tolerância desses microrganismos no doce de leite, conforme exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2001; BRASIL, 1997).

Microrganismo	Tolerância para amostra indicativa	Referencia bibliográfica
Coliformes a 45°C (UFC/g)	5 × 10	BRASIL, 2001
<i>Salmonella</i> SP	Ausencia/ 25g	BRASIL, 2001
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	10 ²	BRASIL, 2001
Bolores e Leveduras (UFC/g)	10 ²	BRASIL, 1997

Quadro 2: Tolerância de Coliformes a 45°C, *Salmonella* sp, Estafilococos coagulase positiva e Bolores e Leveduras no Doce de Leite.

2.3.3.2 Parâmetros Físico-Químicos

A caracterização físico-química dos produtos é essencial para avaliar sua adequação aos Padrões de Identidade e Qualidade vigentes (BRASIL, 1997) e são definidos pela quantificação dos seguintes parâmetros: teores de umidade, gordura, cinzas e proteínas. Estes parâmetros e suas especificações podem ser observados no Quadro 3. O doce de leite pode ser classificado em “doce de leite” ou “doce de leite com creme” de acordo com o seu teor de gordura. Produtos com teor de gordura maior que 9,0% são denominados “doce de leite com creme”.

Parâmetros Físico-Químicos	Doce de leite	Doce de leite com creme
Umidade g/ 100g	Máximo de 30 g	Máximo de 30 g
Matéria gorda g/ 100g	6,0 a 9,0 g	Maior que 9,0 g
Cinzas g/ 100g	Máximo de 2,0 g	Máximo de 2,0 g
Proteínas g/ 100g	Mínimo de 5,0 g	Mínimo de 5,0 g

Quadro 3: Parâmetros Físico-Químicos do Doce de Leite e do Doce de Leite Com Creme, conforme o Padrão de Identidade e Qualidade do Doce de Leite (BRASIL, 1997).

O doce de leite pastoso apresenta teor de sólidos de cerca de 70%, com coloração caramelo de intensidade variável (BRASHOLANDA, 1991), desde creme claro até marrom muito escuro, em função da intensidade das reações de Maillard e caramelização (MARTINS; LOPES, 1980).

O conteúdo de lipídios é importante para o rendimento e textura (FEIHRMANN et al., 2004), e o maior teor de lactose presente pode resultar em maior intensidade da Reação de Maillard.

2.3.3.3 Parâmetros Sensoriais

O desenvolvimento da análise sensorial é um campo essencial na indústria de alimentos, uma vez que contribui direta ou indiretamente em atividades como desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade, reformulação e redução de custos de produtos (DEMIATE et al., 2004), além de ser um fator chave para a determinação da vida útil de muitos produtos, já que torna possível o estudo de suas propriedades sensoriais (CALLE et al, 2006; LATREILLE, et al. 2006; STONE; SIDEL, 1985).

Os atributos sensoriais, requisitos avaliados na análise sensorial, podem ter influência substancial no direcionamento da aceitação global do produto no mercado (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002) e determinar a preferência individual por produtos específicos, e pequenas diferenças entre marcas e formulações (FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2005).

A escolha dos alimentos e sua aceitabilidade são baseadas primeiramente em percepções afetivas sensoriais tais como “gostei” ou “não gostei”, e só depois pelas suas propriedades nutricionais e seus benefícios para a saúde. O conhecimento sobre tais percepções dos consumidores quando incorporado às etapas iniciais do processo de desenvolvimento de um novo produto e repetido em todas as ocasiões ao longo do mesmo pode estabelecer um diferencial importante para o sucesso de um alimento, já que pode avaliar o potencial de mercado deste novo produto desenvolvido (CARDELLO; DAMÁSIO, 1996; CLIFF; HEYMANN, 1993; MCWATTERS et al., 2006; SAGUY; MOSKOWITZ, 1999; MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Assim, as áreas de *marketing* e de análise sensorial devem trabalhar em conjunto na verificação do potencial de mercado, pois é importante definir quais atributos sensoriais descrevem as diferenças entre os produtos, quais as escalas mais apropriadas para avaliação e como os hábitos e atitudes dos consumidores e a intenção de compra podem ser melhor avaliados (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Ao verificar que os consumidores preferiram as amostras de doce de leite mais escuras, menos gomosas e mais moles, Ferreira e colaboradores (2012) observaram que a textura e a cor são atributos importantes na escolha deste produto.

Em relação a cor, usando os parâmetros CIElab, para os valores de a^* e b^* , Oliveira e colaboradores (2010) afirmaram que a maior parte das amostras de doce de leite analisadas em seu estudo tenderam às cores vermelho e amarelo.

A análise instrumental do perfil de textura permite a mensuração de atributos como maciez, adesividade, gomosidade, elasticidade e coesividade. Em estudo realizado por Bellarde (2005), a medida da dureza e a adesividade da amostra de doce de leite mostrou o quanto as proteínas do soro são sensíveis às temperaturas utilizadas. A amostra sem soro foi a mais dura e adesiva, seguida da amostra com 30% de substituição e, posteriormente, com 20%. Hough e colaboradores (1992) destacaram que os componentes do doce de leite influenciam a textura, e de um modo geral, as soluções de moléculas longas têm maior viscosidade do que as globulares e, quanto mais caseína presente, menor o tempo de gelificação. Porém existe ainda pouca informação na literatura sobre a cinética da textura do doce de leite.

Ao comparar amostras de doce de leite elaboradas parcialmente com concentrado proteico de soro, Bellarde (2005) observou, na análise da dureza do doce de leite, que a substituição de 30% forneceu um produto mais firme, demonstrando que, de um modo geral, quando se trabalha com substituição nos sólidos do leite, as modificações são mais efetivas na textura do que na cor do produto.

Como o doce de leite com 30% de substituição se apresentou mais próximo da cor do doce tradicional, quando comparado com 20 % de substituição, Bellarde (2005) concluiu que a substituição parcial de leite por concentrado protéico de soro permitiu a produção de um doce que manteve as características de cor e textura próximas ao produto tradicional, havendo mais diferença entre as amostras no estudo de textura do que na análise da cor do produto, o que demonstrou a complexidade da composição protéica no desenvolvimento da textura.

Em trabalho desenvolvido por Machado (2005), foi avaliado o efeito de diferentes proporções de soro de queijo e diferentes concentrações de amido de milho modificado no rendimento de fabricação, formação de cristais de lactose, cor, atividade de água, perfil de textura, qualidade microbiológica e aceitabilidade do doce de leite pastoso. O doce elaborado com a maior proporção de soro de queijo (45%) e a maior concentração de amido de milho (0,75%) recebeu as melhores notas de aceitação em relação à aparência, cor, consistência e o modo geral, e os provadores também atribuíram a este doce a maior intenção de compra, independente do tempo de estocagem.

Costa e colaboradores (2008) demonstraram que amostras de doce de leite com utilização de soro de leite apresentaram uma boa aceitação sensorial, sendo a amostra com substituição de 50% do leite pelo soro de leite a de maior apreciação pelos provadores.

Em estudo realizado por Zimmermann e colaboradores (2007), com o objetivo de avaliar as características físico-químicas, a aceitabilidade sensorial e as propriedades reológicas de doce de leite elaborado com a adição de concentrado protéico de soro (CPS) e goma xantana, variou-se a concentração de sacarose utilizando-se 8,0% e 10,0% de sacarose, 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.

Os testes afetivos, de preferência (escolha) e aceitação (categoria), de laboratório, localização central e uso doméstico, são métodos utilizados em análise sensorial de alimentos, bebidas e água, em que o julgador expressa seu estado emocional ou reação afetiva ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito as suas preferências, gostos e opiniões. As escalas mais empregadas são: de intensidade, hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Os julgadores não precisam ser treinados bastando ser consumidores frequentes do produto em avaliação (IAL, 2008).

Os testes afetivos são tão efetivos quanto mais apropriada é a ficha de avaliação, desenvolvida pelo analista sensorial, e a seleção dos julgadores que representam adequadamente o público alvo, ou seja parte do grupo da população que consome a classe do produto de interesse e avaliam o produto e seus principais atributos numa escala de aceitabilidade (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Um grupo de consumidores deve ser selecionado como uma amostra representativa da população alvo ou de um de seus segmentos, permitindo a estimativa de algumas conclusões sobre os hábitos, atitudes e preferências deste público. A amostra da população alvo deve ser caracterizada quanto às suas características demográficas, sendo considerados os seguintes fatores: frequência de consumo do produto, idade, sexo, localização geográfica, classe social e fatores étnicos (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Recomenda-se que os testes quantitativos avaliem a resposta de um grupo de julgadores (50 e 100 consumidores) para uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto ou produtos, identificar fatores sensoriais que determinam a

preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais específicos em um produto (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Segundo Santos e colaboradores (2009), a definição de escala de mensuração que será utilizada para realizar a coleta de dados sobre os atributos sensoriais mensurados, é um aspecto fundamental do processo de formulação da metodologia de análise sensorial a ser adotada. Lawless e Malone (1986) citaram que o emprego da escala Hedônica ou Magnitude é frequente, embora existam alternativas, como a escala Likert, que apresenta precisão comparável à escala de Magnitude (SANTOS et al., 2009).

O processo de escolha da escala a ser adotada para avaliar atributos sensoriais não é tão simples. Aspectos como simplicidade de compreensão, representatividade acurada da percepção do provador, e influência do tipo de produto sobre a resposta dada pelo provador como expressão de sua avaliação acerca de um atributo podem ser importantes para aumentar a eficiência de uma análise sensorial (SANTOS et al., 2009).

Santos e colaboradores (2009) afirmam que sob a ótica dos provadores, a escala Hedônica aparece com destaque, como sendo a de maior precisão para expressar suas percepções sobre aparência, aroma, sabor e textura, para doce de leite.

No preparo do questionário, Meilgaard e colaboradores (1999) recomendam: número mínimo de questões para atingir o objetivo do projeto; questões claras e do mesmo estilo, utilizando o mesmo tipo de escala para todos os atributos; avaliar atributos diferenciáveis; utilizar somente questões contestáveis; permitir comentários; colocar a questão de aceitação antes das razões.

Testes de laboratório tem a vantagem de ter a preparação do produto e apresentação controlados e a facilidade de contar os participantes. A cor e outros aspectos visuais podem ser mascarados de modo que os indivíduos se concentram nas diferenças de sabor e textura. As desvantagens dos testes de laboratório são experiência prévia com o produto e falta de consumo normal influenciando a detecção ou avaliação dos atributos positivos ou negativos. Tolerâncias ao produto na preparação ou no uso são diferentes daqueles em nível doméstico.

Herdderley e colaboradores (1997) estudaram o efeito da ordem das questões na percepção sensorial dos consumidores e concluíram que os consumidores tendem a ser menos críticos em relação a sua preferência quando questões hedônicas aparecem antes de questões relacionadas a atributos específicos, principalmente para as amostras menos apreciadas. Assim,

sugerem o uso de questões relacionadas a atributos específicos, pois são obtidas respostas mais representativas dos hábitos e preferências do consumidor.

Na escala hedônica (IAL, 2008), o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. As escalas mais utilizadas são as de 7 e 9 pontos, que contêm os termos definidos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. É importante que as escalas possuam número balanceado de categorias para gosto e desgosto. As amostras codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas são apresentadas ao julgador para avaliar o quanto gosta ou desgosta de cada uma delas através da escala previamente definida. Sua preferência é obtida por inferência. Os dados coletados podem ser avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) estudando as fontes de variações: amostra e provador seguida por um teste de comparação das médias de pares de amostras pelo teste de Tukey, Duncan ou Scheffe, ou quando utiliza-se escala hedônica com comparação a um padrão de referência aplica-se o teste de Dunnett (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). O delineamento experimental a ser utilizado deve ser previamente escolhido, podendo-se optar pelo de blocos completos balanceados ou casualizados ou blocos incompletos casualizados, conforme a situação.

Na escala de atitude ou de intenção de compra, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. As escalas mais utilizadas são as verbais de 5 a 7 pontos. As amostras codificadas e aleatorizadas podem ser apresentadas seqüencialmente ao julgador para serem avaliadas através da escala pré-definida. Os termos definidos podem se situar, por exemplo, entre “provavelmente compraria” a “provavelmente não compraria” e, no ponto intermediário “talvez compraria, talvez não compraria”. É importante que a escala possua número balanceado de categorias entre o ponto intermediário e os extremos. Os dados são avaliados pelas frequências através dos gráficos de histogramas. O delineamento experimental deve ser previamente definido, podendo-se optar pelo de blocos completos balanceados ou casualizados ou blocos incompletos casualizados, conforme a situação.

Gularte (2002) sugere a avaliação por 80 provadores não treinados e a apresentação das amostras sobre biscoitos água & sal, na quantidade de aproximadamente 5 g, a fim de se poder perceber a viscosidade e espalhabilidade da mesma.

Meilgaard e seus colaboradores (1999) avaliaram a aceitabilidade do doce de leite por 55 provadores não treinados usando uma escala numérica estruturada de nove pontos (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente). As amostras de aproximadamente 20 g foram servidas a temperatura ambiente (24 ± 2 °C) em copos codificados com 3 dígitos numéricos. Água e pão foram servidos para limpar o palato entre a avaliação das amostras. Avaliação sensorial foi conduzida em cabines individuais com controle de luminosidade, temperatura e umidade (ZIMMERMANN et al., 2007).

De acordo com Santos e colaboradores (2009), ao obter uma aprovação superior a 75%, ou seja, os provadores atribuindo pontos que, associados aos conceitos, variam de “desgostei ligeiramente” a “gostei muitíssimo”, os dados indicarão um resultado positivo para os atributos sensoriais avaliados, o que pode demonstrar a viabilidade no desenvolvimento do produto analisado.

Já o índice de aceitação, utilizado por Foletto e colaboradores (2006) e Zimmermann e colaboradores (2007) pode ser calculado como proposto por Dutcosky (1996), em que a razão obtida entre a nota média e a nota máxima dadas ao produto deve ser maior ou igual a 70% para que o produto seja considerado com boa repercussão.

2.3.3.4 Parâmetros Reológicos

Reologia é a ciência da deformação e escoamento da matéria, ou seja, é o estudo da maneira como os materiais (fluidos viscosos, fluidos viscoelásticos e sólidos elásticos) respondem à aplicação de alguma tensão ou deformação (STEEFE, 1996; TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

Os alimentos apresentam grande variação em sua estrutura e composição, o que os tornam complexos por natureza. Por isso é necessário classificá-los de acordo com seu comportamento reológico, para que suas propriedades de textura e escoamento possam ser avaliadas e este conhecimento contribua no projeto de equipamentos, no delineamento de processos de transporte de fluidos, no controle de qualidade e na definição de vida de prateleira dos alimentos (HEIMLICH et al., 1994; HOUGH et al., 1991; FLAUZINO, 2007).

Ao determinar a textura dos produtos, as propriedades reológicas afetam as percepções sensoriais e, finalmente, a aceitação de um produto pelo consumidor (DEMIATE et al., 2004; DEMIATE et al., 2001).

Acredita-se que a influência das concentrações de gordura e de sólidos solúveis na reologia seja tão importante quanto a influência da temperatura nos parâmetros reológicos e, conseqüentemente, no dimensionamento de equipamentos utilizados na fabricação de produtos lácteos (FLAUZINO, 2007). Sendo assim, o estudo reológico, em conjunto com o estudo físico-químico, torna-se de extrema importância ao projeto de equipamentos de processo para a fabricação dos produtos desenvolvidos.

A classificação do comportamento reológico dos fluidos (alimentos viscosos) é baseada em sua viscosidade (η) e está esquematizada na Figura 2.

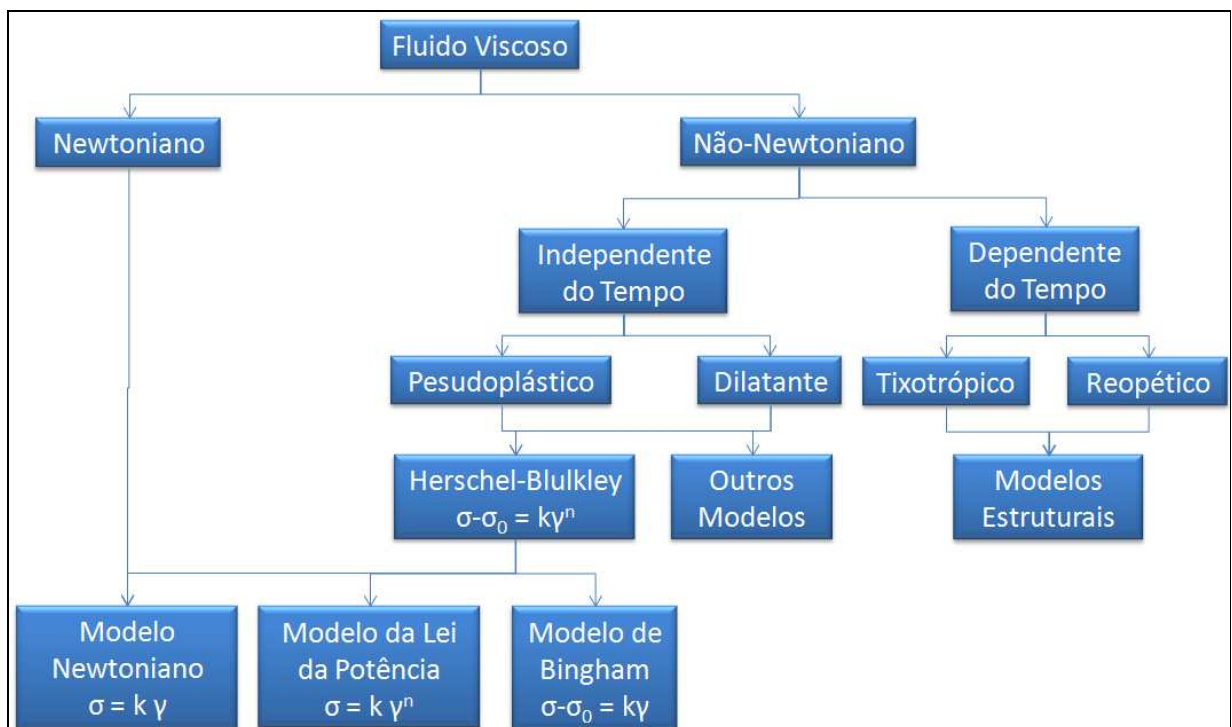


Figura 2: Classificação do Comportamento Reológico de Alimentos Viscosos (adaptado de Flauzino (2007)).

Fluidos Newtonianos, como água, leite, óleos, solventes orgânicos, soluções de sacarose, soluções de baixo peso molecular e gases, apresentam viscosidade Newtoniana (η), influenciada apenas por sua temperatura e composição, ou seja, são fluidos cuja relação entre a tensão de cisalhamento e o gradiente de velocidade é constante (FLAUZINO, 2007).

Para os fluidos não-Newtonianos (a maioria dos alimentos), a viscosidade é função da taxa de deformação, o que significa que, para cada taxa de deformação aplicada ao fluido, temos uma tensão de cisalhamento (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005), ou seja,

suas propriedades são influenciadas também pela taxa de deformação. Assim, a viscosidade aparente (η_{ap}) é utilizada em uma determinada taxa de deformação.

Para o dimensionamento de equipamentos, o conceito de viscosidade aparente não é muito utilizado, já que a viscosidade varia com a taxa de deformação. Entretanto, este conceito é muito utilizado nas indústrias para controle de qualidade (ADORNO, 1997 *apud* FLAUZINO, 2007).

Os fluidos não-Newtonianos são divididos em duas categorias: dependentes do tempo e independentes do tempo. Para os fluidos classificados como independentes do tempo, à temperatura constante, a viscosidade aparente (η_{ap}) depende somente da taxa de deformação. Já para os fluidos dependentes do tempo, a viscosidade aparente (η_{ap}) também depende da duração da taxa de deformação (RAO, 1994 *apud* FLAUZINO, 2007).

Fluidos Pseudoplásticos, como leite concentrado, polpas e sucos concentrados de frutas, são não-Newtonianos independentes do tempo, ou seja, à temperatura constante, sua viscosidade aparente (η_{ap}) depende somente da taxa de deformação, a qual quando aumenta reduz a taxa de acréscimo na tensão de cisalhamento.

Este comportamento Pseudoplástico pode ser explicado pela modificação da estrutura de cadeias longas de moléculas com o aumento do gradiente de velocidade. Estas cadeias tendem a se alinhar paralelamente às linhas de corrente, diminuindo a resistência ao escoamento. Em altos gradientes de velocidade, esses fluidos tendem a um comportamento Newtoniano, devido à completa orientação das cadeias ou partículas, entretanto, para baixos gradientes de velocidade, esses fluidos também apresentam comportamento Newtoniano, devido à completa distribuição ao acaso da orientação das partículas (FLAUZINO, 2007).

Os fluidos Dilatantes, como alguns tipos de mel e a suspensão de amido, são não-Newtonianos independentes do tempo, mas exibem um comportamento oposto ao Pseudoplástico, ou seja, a taxa de acréscimo da tensão de cisalhamento aumenta com o aumento da taxa de deformação.

O fenômeno da dilatância pode ser explicado pela existência de um sistema de partículas densamente empacotado. Se este sistema for submetido ao cisalhamento, deverá ocorrer uma certa separação das partículas antes do deslizamento entre elas. Como conseqüência, ocorrerá um aumento global do volume. À medida que as tensões aumentam, as partículas passam a interagir entre si, aumentando a viscosidade do fluido (CABRAL, 2000 *apud* FLAUZINO, 2007).

Além destes dois tipos de classificação, alguns fluidos não-Newtonianos apresentam tensão inicial de escoamento, ou seja, o escoamento se dá depois de aplicada uma tensão inicial sob a qual o escoamento se inicia. Enquadram-se nesta classificação as soluções concentradas de polímeros ou dispersões concentradas de proteínas (FLAUZINO, 2007).

Os fluidos Tixotrópicos, como a maionesse, o ketchup e o leite condensado, são não-Newtonianos dependentes do tempo e sua viscosidade aparente diminui com o tempo a uma taxa de deformação fixa. Já os fluidos Reopéticos são não-Newtonianos dependentes do tempo e sua viscosidade aumenta com o tempo a uma taxa de deformação fixa, têm um aumento da resistência da estrutura durante a fase em que há tensão aplicada e a consequente recuperação da estrutura (e da viscosidade) após a cessão da tensão aplicada. (FLAUZINO, 2007).

Segundo Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas (2005), o comportamento tixotrópico dos fluidos significa a redução da resistência da estrutura dos alimentos durante a fase em que há a tensão aplicada, e uma completa recuperação da estrutura durante a fase em que não há mais tensão sendo aplicada ao fluido (fase de descanso do fluido). Além disso, a tixotropia significa que a história do escoamento é importante para a determinação da viscosidade em processos como mistura, escoamento em tubos, centrifugação, entre outros, onde a viscosidade continua a variar durante um longo período de tempo.

Flauzino (2007) determinou os parâmetros reológicos do leite condensado, através da regressão não-linear, utilizando um reômetro rotacional do tipo cone e placa de tensão controlada, no intervalo de temperatura de 278 K a 343 K, que é o intervalo de temperatura ao qual o leite condensado é submetido ao longo do processo de fabricação, na faixa de taxa de deformação entre $0,1$ a 100 s^{-1} .

Os reômetros cone e placa são adequados para avaliação na taxa de cisalhamento da mastigação (50 s^{-1} (PAGNO, 2009)), pois são limitados a moderadas taxas de deformação e apresentam a vantagem de possuírem cálculos simples para cone de pequenos ângulos, pois o valor da taxa de deformação é constante ao longo do cone e dispensa correções devido a suas características construtivas e de funcionamento, já que o cone é rotacionado com uma velocidade angular conhecida (Ω) que resulta em um torque (M) que é medido na placa ou através do cone (FLAUZINO, 2007).

De acordo com Zimmermann e colaboradores (2007), para descrever o comportamento reológico de doce de leite, os seguintes modelos foram muito úteis: (a) o modelo da lei da

potência $\sigma = k \cdot \gamma^n$ e (b) o modelo de Herschel-Buckley $\sigma - \sigma_0 = k \cdot \gamma^n$, onde s é a tensão de cisalhamento (shear stress), k é o índice de consistência, γ é a taxa de cisalhamento (shear rate), n é o índice de comportamento de fluxo e σ_0 é o limite de elasticidade (yield stress).

O modelo de Herschel-Bulkley é muito útil porque os comportamentos Newtoniano ($\sigma_0=0$ e $n=1$), Lei da Potência ($\sigma_0=0$) e de Bingham ($n=1$) podem ser considerados casos particulares do modelo de Herschel-Bulkley (FLAUZINO, 2007).

As amostras analisadas por Zimmermann e colaboradores (2007) exibiram um comportamento Pseudoplástico, caracterizado pelo índice de comportamento de fluxo ($n < 1$), confirmando assim um comportamento não-Newtoniano. A amostra que utilizou 10,0% de sacarose apresentou um aumento na viscosidade aparente e no índice de consistência.

2.3.3.5 Modelos Reológicos e a Influência da Temperatura

Como os alimentos fluidos são submetidos a diversas temperaturas durante o processamento, armazenamento, transporte e consumo, o efeito da temperatura na viscosidade (η) ou na viscosidade aparente (η_{ap}), em geral, pode ser representado pela Equação 1, equação de Arrhenius:

$$\eta_a = \eta_\infty \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right), \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que:

η_a é a viscosidade aparente do fluido (Pa.s);

η_∞ é a constante empírica (Pa.s);

E_a é a energia de ativação (cal/mol);

R é a constante universal dos gases (cal/mol.K);

T é a temperatura absoluta do fluido (K), no sistema internacional de unidades (SI).

Como pode ser verificado pela equação, o aumento da temperatura tem o efeito de diminuir a viscosidade do fluido. Já a ordem de grandeza da energia de ativação indica a dependência da viscosidade de um fluido à temperatura. Assim, fluidos com alta energia de ativação apresentam grande variação na viscosidade em função da temperatura e vice-versa.

Uma revisão da literatura realizada por Vitalli (1981) sobre a influência da temperatura nos alimentos fluidos mostrou que, de uma forma geral, os valores de energia de ativação

encontram-se na faixa entre 1,5 a 15 Kcal/mol. Essa variação se deve à faixa de temperatura considerada, à influência do teor de sólidos solúveis e em suspensão, como também à presença de polímeros.

O efeito da temperatura também pode ser estudado usando o índice de consistência (K) do modelo de Otswald De-Waele (Lei da Potência) e de outros modelos como o modelo de Herschel-Bulkley e o modelo de Bingham. A equação utilizada é descrita abaixo (Equação 2), análoga à equação de Arrhenius:

$$K, n, \sigma_0 = K_\infty \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right),$$

(Equação 2)

Em que:

K, n, σ_0 são parâmetros reológicos;

K_∞ é a constante empírica;

E_a é a energia de ativação (cal/mol);

R é a constante universal dos gases (cal/mol.K);

T é a temperatura absoluta do fluido (K), no sistema internacional de unidades (SI).

Na revisão apresentada por Flauzino (2007) é possível observar que, de maneira geral, o aumento da temperatura resulta na diminuição do valor do índice de consistência (K), enquanto que o valor do índice de comportamento do fluido (n) é pouco afetado pela temperatura, e quanto menor o índice de comportamento do fluido, menos a temperatura influenciará na viscosidade do fluido.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LEITE E SORO DE LEITE

As amostras de doce de leite foram produzidas em uma única semana, em escala piloto (bateladas de 6 litros de base láctea), utilizando-se: leite de cabras mestiças Saanen x Parda Alpina, oriundo de cooperativa da região sul do estado do Rio de Janeiro, recebido refrigerado (4 °C), e soro de leite filtrado, advindo da produção de queijo fresco de leite caprino, antes da etapa de salga, e recebido refrigerado (4 °C).

O leite foi coletado na cooperativa duas vezes, com diferença de dois dias entre a primeira coleta e a segunda coleta: leite 1, utilizado nos experimentos (a) e (b), e leite 2, nos experimentos (c), (d), (e) e (f).

3.1.1 Avaliação da Qualidade das Matérias-Primas: Leite e Soro de Leite

O leite e o soro de leite utilizados nos experimentos foram avaliados quanto aos aspectos microbiológicos e físico-químicos nos laboratórios do Departamento de Serviços Tecnológicos do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, localizado na cidade de Vassouras/RJ.

3.1.1.1 Qualidade Microbiológica

A avaliação microbiológica das matérias-primas, leite e soro de leite, foi obtida por meio das seguintes análises: pesquisa de *Salmonella* sp (AOAC, 2000), enumeração de Coliformes totais e termotolerantes (BRASIL, 2003a), contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva com identificação bioquímica (BRASIL, 2003a), contagem padrão em placas (BRASIL, 2003a), contagem de bactérias psicotróficas (BRASIL, 1993) e contagem de bactérias lácticas mesófilas (SILVA et al., 2010).

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram confrontados com os padrões microbiológicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para leite de cabra (BRASIL, 2000) e com o Padrão de Identidade e Qualidade proposto pelo Projeto de Instrução Normativa nº. 53 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para soro de leite (BRASIL, 2013).

3.1.1.2 Qualidade Físico-Química

Para avaliar a qualidade físico-química, o leite 1, o leite 2 e o soro de leite foram submetidos às seguintes análises: pH pelo método eletrométrico, que se fundamenta na medida da concentração de íons hidrogênio na amostra, utilizando potenciômetro (BRASIL, 2006); acidez titulável em ácido láctico pelo método titulométrico (BRASIL, 2006); densidade relativa 15/15 °C (BRASIL, 2006) utilizando termolactodensímetro (INCOTERM); umidade pelo método gravimétrico de perda por dessecação em secagem em estufa a 102 °C (BRASIL, 2006); extrato seco total (sólidos totais) e desengordurado calculados por diferença (BRASIL, 2006); resíduo mineral fixo (cinzas) por incineração (BRASIL, 2006); gordura (% m/m) pelo método butirométrico de Gerber com hidrólise ácida (BRASIL, 2006); proteínas pelo método Macro-Kjeldahl, utilizando o fator 6,38 para conversão de nitrogênio total em proteína (BRASIL, 2006); carboidratos (lactose) calculado por diferença (BRASIL, 2006); valor energético calculado considerando-se os valores teóricos de 4 kcal/g para proteínas e para carboidratos e de 9 kcal/g para lipídios (BRASIL, 2003b).

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram confrontados com os padrões físico-químicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para leite de cabra (BRASIL, 2000) e com o Padrão de Identidade e Qualidade proposto pelo Projeto de Instrução Normativa nº 53 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para soro de leite (BRASIL, 2013).

3.2 PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO

Os doces de leite caracterizados nesta dissertação foram desenvolvidos e produzidos pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, durante a etapa de execução do Projeto de Inovação Tecnológica do SENAI-DN.

Após diversos testes preliminares para obtenção das formulações que seriam estudadas, foram produzidas duas formulações de doce de leite, conforme apresentado no Quadro 4.

Sabendo-se que o amido de milho apresenta característica reológica dilatante, apesar da literatura científica indicar seu uso com o objetivo de melhorar as características sensoriais de textura do doce de leite, optou-se por não utilizá-lo, de modo a garantir a obtenção de características de escoamento mais interessantes do ponto de vista da produção industrial.

Ingrediente	Formulação A	Formulação B
Leite de cabra	89,51%	62,76%
Soro de leite de cabra	-----	26,73%
Bicarbonato de sódio	0,09%	0,09%
Sacarose (açúcar refinado)	8,67%	8,68%
Xarope de glicose	1,73%	1,74%

Quadro 4: Formulações de Doce de Leite Desenvolvidos pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas.

Cada formulação foi produzida em triplicata, totalizando 6 experimentos. Todas as bases lácteas utilizadas nas amostras foram adicionadas de bicarbonato de sódio, em quantidade suficiente para correção da acidez até 10 °D, de modo a garantir que o leite não coagulasse durante o tempo de concentração, conforme metodologia adaptada de Laguna (1999) para elaboração de doce de leite pastoso (Figura 3).

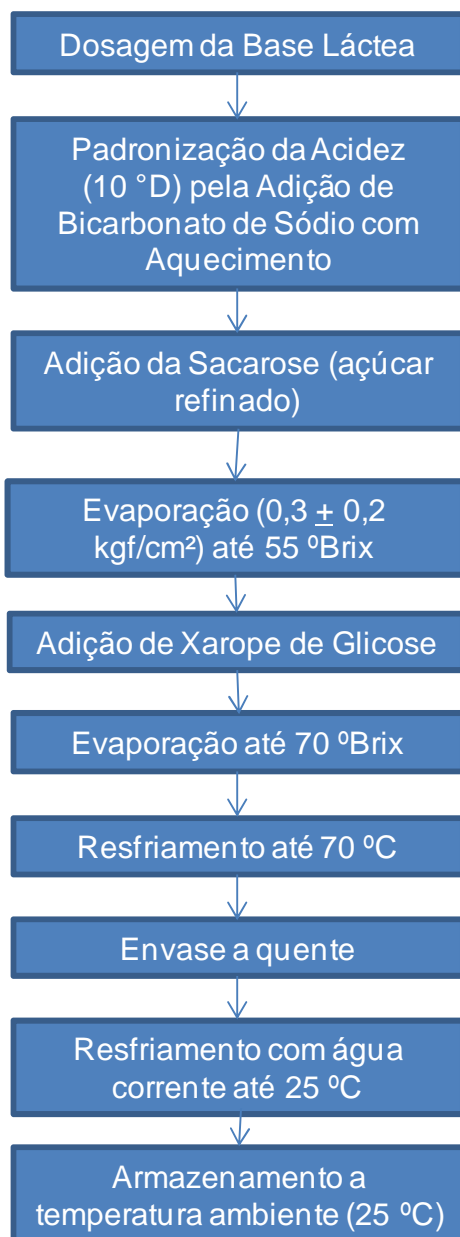


Figura 3: Fluxograma das Produções do Doce de Leite Realizadas na Planta Piloto do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas.

A tecnologia de fabricação utilizada foi desenvolvida em testes preliminares realizados pela equipe técnica do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas. Ela consiste na avolumação da base láctea em proveta graduada de 1 litro, pesagem dos ingredientes em balança semianalítica, correção da acidez com aquecimento, concentração da base láctea com açúcar refinado, em tacho de aço inoxidável sob pressão atmosférica, com aquecimento por vapor

indireto à pressão de vapor de $0,3 \pm 0,2$ kgf/cm², até 55 °Brix, adição de xarope de glicose e concentração até obtenção de teor de sólidos solúveis de 70 °Brix.

A adição do xarope de glicose quando a mistura apresenta teor de sólidos de 55 °Brix garante maior facilidade de evaporação durante esta primeira etapa do cozimento, mas também pode provocar menor desenvolvimento da reação de Maillard.

O tempo de cozimento na temperatura de 98 ± 3 °C, em tacho aberto encamisado com vapor na pressão de $0,3 \pm 0,2$ kgf/cm², não foi eficientemente padronizado, pois o coeficiente de variação dessa faixa de controle de pressão de vapor, a agitação manual (velocidade não controlada e dependente do operador) e a composição da base láctea conferem uma taxa de evaporação variável durante o processamento, o que pode interferir na geleificação do produto.

O doce de leite foi resfriado à temperatura de 70 °C, embalado em potes de vidro, que foi invertido, resfriado em água corrente até temperatura ambiente (25 °C) e armazenado em local fresco e seco.

Cada formulação foi preparada em triplicata, empregando-se 6 litros de base láctea para cada uma, utilizando-se lotes diferentes de matérias-primas, devido à baixa capacidade de produção dos laticínios.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO

Para caracterização dos produtos finais, foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas, instrumentais, sensorial e reológicas.

As análises dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos foram realizadas em triplicata, para cada experimento, nos laboratórios do Departamento de Serviços Tecnológicos do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, localizado na cidade de Vassouras/RJ.

As análises instrumentais de cor e textura foram realizadas em triplicata, para cada formulação, no laboratório do SENAI-SP, localizado no bairro da Barra Funda na cidade de São Paulo/SP.

A análise sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

As análises reológicas foram realizadas em triplicata, para cada formulação, no Laboratório do Departamento de Engenharia Química (LADEQ), da Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Para o preparo das amostras, foram retiradas partes representativas de cada experimento (superfície, centro e lados), que foram homogeneizadas com uma espátula imediatamente antes do início das análises, conforme preconizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para análises microbiológicas (BRASIL, 2003a) e físico-químicas (BRASIL, 2006).

3.3.1 Caracterização Microbiológica

A caracterização microbiológica dos produtos é essencial para avaliar sua adequação aos padrões higiênico-sanitários vigentes. Por isso, as amostras de produto final foram submetidas, em triplicata, às análises de enumeração de Coliformes totais e termotolerantes (BRASIL, 2003a), pesquisa de *Salmonella* sp (BRASIL, 2003a), contagem de *Estafilococos* coagulase positiva (BRASIL, 2003a) e contagem de Bolores e Leveduras (BRASIL, 2003a).

Os resultados obtidos foram confrontados com os padrões microbiológicos estabelecidos para doce de leite pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) e pelo Padrão de Identidade e Qualidade de doce de leite do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1997).

3.3.2 Caracterização Físico-Química

Com o objetivo de caracterizar os produtos desenvolvidos em relação ao seu aspecto físico-químico, as amostras de doce de leite foram analisadas em triplicata, utilizando-se os seguintes métodos analíticos: acidez titulável em ácido láctico pelo método titulométrico (BRASIL, 2006); pH pelo método eletrométrico (BRASIL, 2006); sólidos totais em graus Brix utilizando refratômetro de bancada Abbé, com escala de 0 °Brix a 90 °Brix (IAL, 2008); umidade pelo método gravimétrico de perda por dessecação em secagem em estufa a 85 °C (BRASIL, 2006); resíduo mineral fixo (cinzas) por incineração (BRASIL, 2006); glicídios redutores em lactose, glicídios totais (carboidratos) e glicídios não-redutores em sacarose pelo método do DNS (SUMNER, 1924); proteínas pelo método Macro-Kjeldahl, utilizando o fator 6,38 para conversão de nitrogênio total em proteína (BRASIL, 2006); gordura calculada por diferença (BRASIL, 2006); extrato seco total (sólidos totais) e desengordurado calculados por diferença (BRASIL, 2006); e valor energético calculado considerando-se os valores teóricos de 4 kcal/g para proteínas e para carboidratos e de 9 kcal/g para lipídios (BRASIL, 2003b).

Os resultados obtidos foram confrontados com os padrões físico-químicos estabelecidos pelo Padrão de Identidade e Qualidade de doce de leite do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1997).

3.3.3 Análise Instrumental

3.3.3.1 Análise de Cor

Com o objetivo de avaliar a cor dos produtos desenvolvidos por colorimetria, utilizou-se colorímetro UltraScanPro, sistema Hunterlab em três escalas: L^* a^* b^* .

Em 1976, o CIE recomendou o uso da escala CIE $L^*a^*b^*$ ou CIELAB, que é aproximadamente uma escala uniforme de cor, onde as diferenças entre os pontos plotados no espaço de cores correspondem às diferenças visuais entre as cores traçadas (MUNDO DA COR, 2013).

O espaço de cor CIELAB está organizado em um formulário cúbico, onde o eixo L^* é executado de cima para baixo. A máxima é de 100 para L^* , que representa um perfeito difusor refletindo (branco). O mínimo de L^* é zero, o que representa o preto. Os eixos a^* e b^* não têm limites numéricos, porém toma-se como referência o valor de 60 unidades de cor, onde a^* positivo há uma tendência a vermelho e negativo a verde e b^* positivo a amarelo e negativo a azul (MUNDO DA COR, 2013).

3.3.3.2 Análise de Textura

Com o objetivo de avaliar a textura dos produtos desenvolvidos, obteve-se o perfil de textura, texture perfil analysis (TPA), utilizando-se o texturômetro TA-XT2 Texture Analyser (Stable Micro Systems, Haslemer, Surrey, England).

Foram obtidos os valores dos seguintes parâmetros, descritos por Szczesniak (1963): dureza (força necessária para produzir uma deformação na amostra); adesividade (energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o alimento está em contato); coesividade (extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura); elasticidade (velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força); e gomosidade (energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição). As amostras foram ensaiadas nos recipientes originais (potes de vidro de 250 g). No teste foi utilizado o probe P/20 (cilindro com

20 mm de diâmetro), usando 5 g de carga. Como outros parâmetros, tem-se: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 1,0 mm/s; velocidade pós-teste: 2,0 mm/s; distância: 10,0 mm e tempo: 5,0 s.

3.3.4 Análise Sensorial

Para avaliação da aceitação dos parâmetros sensoriais e da intenção de compra dos produtos finais, amostras homogêneas das formulações A e B foram apresentadas codificadas com números de três dígitos e aleatorizadas, conforme recomendado pelo IAL (2008), em copos descartáveis de 50 ml, com quantidades padronizadas (5 g), acompanhados de uma colher descartável e água mineral natural, para limpeza do palato entre a avaliação das amostras, conforme recomendado por Ferreira (2000) e Pedrero e Pangborn (1989).

Quanto ao preparo e apresentação da amostra, optou-se pelos blocos completos (os provadores recebem todas as amostras) em apresentação monádica (provador recebe uma amostra, avalia, amostra é retirada e outra é oferecida até o fim da sessão), evitando comparação direta. A ficha de avaliação utilizada encontra-se no apêndice, juntamente com o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, conforme orientação do Comitê de Ética da UFRRJ.

As amostras de doce de leite foram enviadas ao Laboratório de Análises Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFRRJ, onde foram realizados os testes afetivos de aceitação e intenção de compra dos doces de leite, conforme item 165 e 167 do capítulo IV do manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), respectivamente, em sala climatizada (25 ± 2 °C), em cabines individuais, utilizando-se escala hedônica de 9 e 5 pontos (Anexo: Questionário Padronizado), respectivamente, por 60 provadores não treinados, com faixa etária de 18 a 50 anos, de ambos os sexos, na intenção de formar um grupo homogêneo e representativo do público alvo, conforme recomendado pelo IAL (2008) e realizado por Ferreira et al. (2012). A cada seção de análise sensorial foi avaliada uma amostra homogênea de cada formulação.

Os dados coletados foram tratados estatisticamente utilizando-se o software MS Excel 2007. A análise estatística englobou uma avaliação geral da pontuação associada aos atributos mensurados por meio de cálculos de estatísticas descritivas para cada um deles, conforme metodologia proposta por Santos e colaboradores (2009).

Na avaliação dos dados obtidos na forma de porcentagem de julgamento, utilizou-se um limite de 75% de respostas entre desgostei ligeiramente (4) e gostei extremamente (9) na escala hedônica de 9 pontos, procedimento análogo ao fixado pelo IAL (2008) para teste de aceitação por escala do ideal (item 166 do capítulo IV) e citado por Santos e colaboradores (2009), para afirmar que os resultados são positivos para os atributos sensoriais avaliados, o que pode demonstrar a viabilidade no desenvolvimento do produto analisado.

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade (IA) do produto, em relação a cada parâmetro avaliado, foi adotada a razão entre a nota média obtida para o produto e a nota máxima atribuída ao produto (DUTCOSKY, 1996). O IA maior ou igual a 70% foi considerado com boa repercussão, tal qual adotado por Foletto e colaboradores (2006) e Zimmermann e colaboradores (2007).

Como optou-se por utilizar testes de aceitação, a preferência foi obtida por inferência, isto é, a amostra com um valor mais alto será considerada preferida. Todos os resultados relativos aos testes de aceitação e intenção de compra do doce de leite, para cada amostra conforme o atributo sensorial, foram apresentados em tabela.

3.3.5 Caracterização Reológica

As informações necessárias para se entender a estrutura interna dos materiais (STEFFE, 1996), como o comportamento da viscosidade aparente e tensão de cisalhamento (estado estacionário) das amostras homogeneizadas das formulações A e B, foram medidas, em triplicata, em reômetro rotacional cone e placa de 40 mm de diâmetro. Esse reômetro é do tipo tensão controlada, da marca TA Instruments, modelo AR-G2, sendo equipado com uma camisa externa que aquece ou resfria a placa inferior do reômetro, onde a temperatura da amostra mantém-se constante durante cada experimento. Os dados obtidos foram analisados pelo software TA Orchestrator.

Seguindo o mesmo procedimento de operação realizado por Flauzino (2007) para determinação de parâmetros reológicos de leite condensado, cada amostra de doce de leite contendo aproximadamente 0,6 ml foi colocada vagarosamente na placa inferior do reômetro. Após a colocação da amostra, a parte superior do reômetro desceu lentamente, entrando em contato com a amostra em questão. O sistema ficou em repouso até a temperatura do reômetro atingir o valor de medição e após isso, o sistema ficou em equilíbrio por 2 minutos para a amostra

atingir a temperatura de medição. Após o equilíbrio, as medições foram iniciadas, variando-se a taxa de cisalhamento de forma crescente, e, em seguida, de forma decrescente. O reômetro foi operado no regime contínuo, de forma que cada medição era realizada a cada 3 segundos, totalizando 31 pontos de medição em cada regime (ascendente e descendente). Foram analisadas as temperaturas de 70 °C e 25 °C, que são as temperaturas de envasamento e estocagem do doce de leite, respectivamente, na faixa de taxa de deformação entre 0,01 a 1.000 s⁻¹, uma vez que, de acordo com Pagno (2009), 50 s⁻¹ é a taxa de cisalhamento selecionada como padrão para medir viscosidade fixada pela National Disphagia Diet (NDD).

A modelagem matemática do comportamento reológico do doce de leite foi elaborada utilizando o programa Statistica 7.0.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram conduzidos com duas formulações: doce de leite sem e com substituição parcial de leite por soro de leite, com três repetições, e todos os dados experimentais foram validados do ponto de vista da estatística descritiva, utilizando MS Excel 2007. Utilizou-se a abordagem de ANOVA, com 5% de significância estatística, para avaliar a semelhança entre as duas formulações.

Para a construção dos gráficos das curvas de caracterização do comportamento reológico dos fluidos, ajustadas ao modelo de Herschel-Bulkley, foi utilizado o programa Statistica 7.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS: LEITE E SORO DE LEITE

4.1.1 Qualidade Microbiológica

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises microbiológicas para os leites caprinos 1 e 2 utilizados na produção piloto dos experimentos de doce de leite.

Tabela 1: Parâmetros Microbiológicos dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto

Amostra Parâmetro	Padrão	Leite 1 Média ± DP	CV	Leite 2 Média ± DP	CV
Contagem Padrão em Placas (UFC/ml)	$5,0 \times 10^5$ ⁽¹⁾	$(5,9 \pm 1,6) \times 10^6$	27%	$(3,8 \pm 0,7) \times 10^5$	18%
Bactérias Psicotróficas (UFC/ml)	$5,0 \times 10^4$ ⁽²⁾	$(6,8 \pm 0,2) \times 10^5$	2%	$(9,5 \pm 0,8) \times 10^4$	8%
Coliformes totais (NMP/ml)	$1,0 \times 10^3$ UFC/ml ⁽³⁾	$> 1,1 \times 10^5$	N/A	$> 1,1 \times 10^5$	N/A
Coliformes termotolerantes (NMP/ml)	$1,0 \times 10^3$ ⁽⁴⁾	$> 1,1 \times 10^5$	N/A	$> 1,1 \times 10^5$	N/A
Estafilococos coagulase positiva (UFC/ml)	$1,0 \times 10^5$ ⁽⁴⁾	AUS	N/A	AUS	N/A
Bactérias Lácticas (UFC/ml)	N/A	$(5,3 \pm 1,6) \times 10^3$	30%	$(5,3 \pm 0,8) \times 10^3$	15%
<i>Samonella</i> sp/25ml	N/A	AUS	N/A	AUS	N/A

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; UFC: Unidades Formadoras de Colônia; NMP: Número Mais Provável; N/A: não aplicável; AUS: ausência; (1) segundo Brasil (2000); (2) segundo Santos (2010); (3) segundo Citadin e colaboradores (2009); (4) segundo Tebaldi e colaboradores (2008).

O Padrão de Identidade e Qualidade para leite de caprino cru refrigerado (BRASIL, 2000) estabelece que para atestar a qualidade microbiológica, a Contagem Padrão em Placas (CPP) não deve ser superior a 500.000 UFC/ml. Sendo assim, apenas o leite 2 atendeu a essa especificação.

De maneira geral, os leites 1 e 2 encontravam-se com insatisfatória qualidade higiênico-sanitária tendo em vista que a contagem de Coliformes totais e termotolerantes

encontravam-se acima do padrão recomendado por Citadin e colaboradores (2003) e Tebaldi e colaboradores (2008).

Os Coliformes são indicadores de contaminação do ambiente e das fezes, evidenciando a importante contribuição da higiene no momento da ordenha para a contagem bacteriana total do leite. Em trabalho desenvolvido por Citadin e colaboradores (2009), contagens de Coliformes totais acima de $1,0 \times 10^3$ UFC/ml, foram consideradas indicativas de deficiência de higiene na produção de leite cru, enquanto que Tebaldi e colaboradores (2008) afirmaram o mesmo para contagens de Coliformes termotolerantes maiores do que 10^3 NMP/ml.

A qualidade higiênico-sanitária do leite depende de vários aspectos, tais como: estado sanitário dos animais, higiene e habilidade do ordenhador e limpeza de equipamentos e de todas as superfícies que entram em contato com o produto. As condições sob as quais o leite é produzido, estocado e transportado afetam diretamente a sua qualidade higiênica (TEIXEIRA, 1993).

Em relação aos indicadores gerais de contaminação dos alimentos: Contagem Padrão em Placas e Bactérias Psicotróficas, o leite 1 apresentou maior contaminação do que o leite 2 e contagens superiores ao recomendado pela legislação (BRASIL, 2000) e por Santos (2010). O leite 2 apresentou contagem de Bactérias Psicotróficas acima do recomendado por Santos (2010).

Apesar de Arcuri e colaboradores (2008) considerarem que contagens de Bactérias Psicotróficas superiores a $2,0 \times 10^2$ UFC/ml indicam deficiência nas boas práticas higiênicas e comprometem a qualidade do produto final, de acordo com Santos (2010), não há padrão estabelecido quanto à contagem de psicotróficos em amostras de leite cru, no entanto se preconiza que não deve ultrapassar 10% da contagem de mesófilos (BRASIL, 1980), uma vez que contagens de Psicotróficos superiores em mais de 10% à contagem de mesófilos, podem ser atribuídas ao resfriamento lento do leite, estocagem por longos períodos, ordenha com tetos sujos, deficiências nos procedimentos de higienização do úbere antes da ordenha ou qualidade não satisfatória da água (MURPHY, 1997).

A deterioração do leite é consequência, sobretudo, do crescimento de microrganismos Psicotróficos, que produzem lipases e proteases termoestáveis que não são desnaturadas durante o processo de pasteurização, conferindo sabores e odores rançoso e amargo, respectivamente (TEBALDI et al., 2008).

A contaminação do leite pode ocorrer em diversas etapas da produção e do processamento. Por tanto, a orientação adequada e a conscientização do responsável pelas operações são de total importância para obtenção de um produto de qualidade (GARRIDO et al, 2001).

Não foi detectada pelo método analítico a presença de *Salmonella* sp e Estafilococos coagulase positiva.

Tebaldi e colaboradores (2008) constataram que além de refletir as condições sanitárias do rebanho, elevados números de Estafilococos coagulase positiva, maiores que 10^5 UFC/mL, aumentam o risco de produção de toxinas estafilocócicas que são resistentes ao processo de pasteurização.

Resultados obtidos por Nero e colaboradores (2005), em estudo sobre a qualidade de leite bovino cru, indicaram ausência de *Salmonella* spp. em todas as amostras estudadas, embora grande parte (48,6%) apresentasse contaminação microbiológica acima do especificado pela Instrução Normativa 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011), e concluíram que esse patógeno não deve ser considerado como de significativo perigo em leite cru produzido nas regiões estudadas, mas que resultados negativos devem ser interpretados com cuidado, pois há fatores que podem interferir no isolamento desses microrganismos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises microbiológicas para o soro de leite caprino utilizado na produção piloto dos experimentos de doce de leite.

Tabela 2: Parâmetros Microbiológicos do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto

Amostra Parâmetro	Padrão	Soro	
	Soro de Leite Pasteurizado	Média \pm DP	CV
Bactérias Aeróbias Mesófilas Viáveis (UFC/ml)	$< 1,5 \times 10^5$ ⁽¹⁾	$(1,1 \pm 0,1) \times 10^5$	9%
Bactérias Psicotróficas (UFC/ml)	$< 1,5 \times 10^4$ ⁽²⁾	$(2,4 \pm 0,2) \times 10^3$	8%
Coliformes totais (NMP/ml)	$< 1,0 \times 10^3$ ⁽¹⁾	$> 1,1 \times 10^5$	N/A
Coliformes termotolerantes (NMP/ml)	$< 1,0 \times 10^2$ ⁽¹⁾	$> 1,1 \times 10^5$	N/A
Estafilococos coagulase positiva (UFC/ml)	$< 1,0 \times 10^2$ ⁽¹⁾	AUS	N/A
Bactérias Láticas (UFC/ml)	N/A	$(3,6 \pm 2,1) \times 10^2$	59%
<i>Salmonella</i> sp/25 ml	N/A	AUS	N/A

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; UFC: Unidades Formadoras de Colônia; NMP: Número Mais Provável; N/A: não aplicável; AUS: ausência; (1) segundo Brasil (2013); (2) segundo Santos (2010).

Como o Padrão de Identidade e Qualidade do soro de leite caprino (BRASIL, 2013) propõe que as contagens de Coliformes totais (NMP/ml) e Coliformes termotolerantes (NMP/ml) devem ser inferiores a: $1,0 \times 10^3$ (NMP/ml) e $1,0 \times 10^2$ (NMP/ml), respectivamente, o soro de leite, utilizado na produção dos experimentos (d), (e) e (f), encontrava-se fora do padrão exigido pela legislação, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Assim, os resultados obtidos para contagem de Coliformes totais, Coliformes termotolerantes, Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp para o leite 1, para o leite 2 e para o soro de leite indicam deficiência de higiene na produção de leite cru, mas não indicam risco de produção de toxinas estafilocócicas, apesar de ser necessário considerar que a alta contaminação por Coliformes pode inibir o desenvolvimento de Estafilocos coagulase positiva nas análises laboratoriais, e permitem concluir que a *Salmonella* sp não deve ser considerada um perigo significativo nas matérias-primas estudadas.

4.1.2 Qualidade Físico-Química

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados das análises físico-químicas para os lotes de leite caprinos utilizados na produção piloto dos experimentos de doce de leite.

Tabela 3: Parâmetros Físico-Químicos dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão	Leite 1		Leite 2	
		Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Acidez (% ácido láctico (m/v))	0,13 a 0,18 ⁽¹⁾	0,16 ± 0,00 ^a	0%	0,13 ± 0,01 ^b	4%
pH	6,65 ⁽²⁾	6,66 ± 0,01 ^a	0%	6,81 ± 0,01 ^b	0%
Densidade relativa a 15/15 °C	1,0280 a 1,0340 ⁽¹⁾	1,0335 ± 0,0006 ^a	0%	1,0311 ± 0,0006 ^b	0%

DP: Desvio- Padrão; CV: Coeficiente de Variação; N/A: Não aplicável; (1) segundo Brasil (2000), (2) segundo Ceballos e colaboradores (2009). Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA.

A análise de variância aplicada aos resultados obtidos e apresentados na Tabela 3 para os parâmetros físico-químicos dos dois lotes de leite utilizados indicou a existência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros analisados. As análises de acidez e densidade encontraram-se dentro dos valores exigidos pelo Padrão de Identidade e Qualidade do leite caprino (BRASIL, 2000). Os valores de pH dos leites 1 e 2 apresentaram-se próximos ao encontrado por Ceballos e colaboradores (2009).

Tabela 4: Composição Centesimal dos Leites Caprinos Utilizados nos Ensaio Piloto

Componente	Padrão	Leite 1		Leite 2	
		Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Umidade (% m/m)	86,4 ⁽²⁾ a 88,5 ⁽³⁾	87,7 ± 0,0 ^a	0%	87,6 ± 0,0 ^b	0%
Cinzas (% m/m)	Mínimo 0,7 ⁽¹⁾	0,8 ± 0,0 ^a	1%	0,7 ± 0,0 ^b	0%
Carboidratos (lactose) (% m/m)	Mínimo 4,3 ⁽¹⁾	4,4 ± 0,1 ^a	2%	4,3 ± 0,0 ^a	1%
Proteínas (% m/m)	Mínimo 2,8 ⁽¹⁾	3,2 ± 0,1 ^a	2%	3,2 ± 0,0 ^a	1%
Gordura (% m/m)	3,74 ⁽³⁾ a 5,23 ⁽²⁾	3,93 ± 0,06 ^a	1%	4,22 ± 0,03 ^b	1%
Sólidos solúveis (% m/m)	13,6 ⁽²⁾	12,3 ± 0,0 ^a	0%	12,4 ± 0,0 ^b	0%
Sólidos não gordurosos (% m/m)	Mínimo 8,2 ⁽¹⁾	8,4 ± 0,1 ^a	1%	8,2 ± 0,0 ^a	0%
Valor Calórico (kcal/100g)	77,4 ⁽²⁾	65,8 ± 0,3 ^a	0%	67,8 ± 0,2 ^b	0%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; N/A: Não aplicável; (1) segundo Brasil (2000), (2) segundo Ceballos e colaboradores (2009); (3) segundo Prata e colaboradores (1998). Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA.

Tanto o leite 1 quanto o leite 2 encontram-se adequados aos Padrões de Identidade e Qualidade para leite caprino (BRASIL, 2000).

A análise de variância aplicada aos resultados obtidos para os componentes físico-químicos dos dois lotes de leite utilizados indicou a existência de diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$) apenas para os componentes sólidos não gordurosos, proteínas e carboidratos. Os teores de gordura, umidade, sólidos solúveis, cinzas e valor calórico apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os leites 1 e 2 ($p < 0,05$).

O leite 2 apresenta maior teor de gordura e de sólidos solúveis do que o leite 1, e menor teor de umidade, o que garantiu um valor calórico maior para o leite 2.

Porém estas diferenças estatisticamente significativas só foram obtidas devido ao baixo valor de desvio padrão obtido nas determinações, portanto o leite 1 e o leite 2 podem ser considerados iguais nas avaliações para obtenção de considerações práticas.

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os resultados das análises físico-químicas para os lotes de soro de leite caprinos utilizados na produção piloto dos experimentos de doce de leite.

Tabela 5: Parâmetros Físico-Químicos do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão	Soro	
		Média ± DP	CV
Acidez (% ácido lático (m/v))	0,08 a 0,14 ⁽¹⁾	0,07 ± 0,01	8%
pH	6,0 a 6,8 ⁽¹⁾	6,6 ± 0,0	0%
Densidade relativa a 15/15 °C	1,0246 ⁽²⁾	1,0261 ± 0,0006	0%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; N/A: Não aplicável; *segundo Brasil (2013); (2) segundo cálculo para leite bovino utilizando os valores de padrão da Tabela 6.

Tabela 6: Composição Centesimal do Soro de Leite Caprino Utilizado nos Ensaio Piloto

Componente	Padrão	Soro	
		Média ± DP	CV
Umidade (% m/m)	96,16% ⁽³⁾	94,4 ± 0,0	0%
Cinzas (% m/m)	2,30 ⁽³⁾	0,5 ± 0,0	0%
Carboidratos (lactose) (% m/m)	3,04 ⁽³⁾	3,6 ± 0,0	1%
Proteínas (% m/m)	0,84 ⁽³⁾	0,85 ± 0,1	1%
Gordura (% m/m)	0,60 ⁽²⁾	0,62 ± 0,03	5%
Sólidos solúveis (% m/m)	Mínimo 5,0 ⁽¹⁾	5,6 ± 0,0	0%
Sólidos não gordurosos (% m/m)	3,24 ⁽⁴⁾	5,0 ± 0,0	0%
Valor Calórico (kcal/100g)	20,92 ⁽⁴⁾	23,5 ± 0,2	1%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; N/A: Não aplicável; (1) segundo Brasil (2013); (2) segundo Silva e colaboradores (2003) e Neto e colaboradores (2006); (3) segundo Silveira e colaboradores (2013); (4) segundo calculado pelo autor utilizando demais valores desta Tabela.

A avaliação dos resultados das análises físico-químicas obtidos para o soro de leite utilizado nos ensaios piloto permite afirmar que o mesmo encontra-se dentro dos Padrões de Identidade e Qualidade propostos pela consulta pública da Portaria n°. 53 de 2013 do MAPA para o parâmetro pH e para o componente sólidos solúveis. Considerando o desvio-padrão, a acidez titulável também encontra-se dentro do padrão proposto.

A baixa acidez titulável do soro em comparação ao leite deve-se provavelmente à elevada concentração de sais e ao baixo teor de proteína presente no soro de leite, o que, de acordo com Fennema e colaboradores (2010), garante a manutenção de um forte poder tamponante desta matéria-prima.

4.2 PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO

Foram produzidas duas formulações de doce de leite (Formulação A e Formulação B), que em triplicata totalizaram 6 experimentos: 100% leite, réplicas (a), (b) e (c); 70% leite e 30% soro de leite, réplicas (d), (e) e (f), conforme fotografia apresentada na Figura 4.



Figura 4: Fotos dos Doces de Leite de Cabra Produzidos em Escala Piloto. Formulação A: (a), (b) e (c); Formulação B: (d), (e) e (f).

Como a respeito da composição centesimal o leite 1 e o leite 2 puderam ser considerados iguais, foi possível comparar as formulações A e B utilizando-se o leite 1 nos experimentos (a) e (b) e o leite 2 nos experimentos (c), (d), (e) e (f).

Apesar do leite de cabra apresentar acidez naturalmente elevada e um elevado poder tamponante, devido ao maior teor de sais, e por isso não conseguir atingir sempre a acidez desejada (LAGUNA, 1999), a base láctea foi estabilizada com o uso do bicarbonato de sódio. Isso é possível já que em temperaturas elevadas, mesmo com o calor podendo decompor a lactose em diversos ácidos orgânicos ou neutralizar os grupos aminos das proteínas, quebrando o efeito tamponante do meio, o fosfato tricálcico, que poderia precipitar e produzir aumento da acidez devido à dissorção dos radicais fosfato, liga-se ao bicarbonato de sódio adicionado, estabilizando a base láctea. Assim, não houve dificuldade em se obter a correção da acidez inicial das bases lácteas para 10 °D durante as produções piloto.

Durante a concentração do doce de leite, foi observada maior taxa de evaporação de água e formação de espuma para a formulação B, onde foi utilizado o soro de leite, devido à propriedade espumante das proteínas do lactosoro.

O controle manual da válvula de entrada de vapor no tacho encamisado dificultou o controle da taxa de aquecimento durante as produções piloto.

Em comparação com o leite bovino, o leite caprino apresenta menor teor de lactose, característica que provavelmente dificultou o desenvolvimento da reação de Maillard durante as etapas de concentração, já que, segundo Fennema et al. (2010), seu início depende da reação do grupo aldeído da lactose com o grupo ϵ -amino da lisina.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO DOCE DE LEITE CAPRINO

4.3.1 Caracterização Microbiológica

Em todos os experimentos de doce de leite produzidos, não foi detectada, pelo método analítico, a presença de Coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* sp, Estafilococos coagulase positiva, Bolores e Leveduras. Portanto, todos os experimentos atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Parâmetros Microbiológicos dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão	Formulação A		Formulação B	
		Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Coliformes termotolerantes (UFC/g)	< 50 ⁽²⁾	AUS	N/A	AUS	N/A
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 10 ² ⁽¹⁾	AUS	N/A	AUS	N/A
<i>Salmonella</i> sp / 25 g	AUS ⁽²⁾	AUS	N/A	AUS	N/A
Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10 ² ⁽¹⁾	AUS	N/A	AUS	N/A

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; N/A: não aplicável; AUS: ausência; (1) segundo Brasil (1997); (2) segundo Brasil (2001). Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Tendo em vista a baixa qualidade das matérias-primas utilizadas na produção dos experimentos piloto, é possível afirmar que a cocção/concentração e a pressão osmótica, obtida pela alta concentração de açúcar, são eficientes métodos de conservação, já que a maioria dos microrganismos é destruída durante a evaporação, conforme destacado por Flauzino (2007).

4.3.2 Caracterização Físico-Química

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os resultados das análises físico-químicas obtidos para as formulações A e B de doces de leite caprino produzidos em triplicata.

Tabela 8: Parâmetros Físico-Químicos dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão ⁽¹⁾	Formulação A		Formulação B	
		Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Acidez titulável (% ácido láctico (m/v))	0,24 a 0,39	0,21 ± 0,10 ^a	40,4%	0,10 ± 0,00 ^b	8,6%
pH	6,57 a 6,88	7,37 ± 0,29 ^a	3,9%	7,67 ± 0,06 ^a	0,8%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação. (1) segundo Oliveira e colaboradores (2010) para doce de leite bovino comercial. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

O doce de leite B apresentou acidez titulável significativamente ($p < 0,05$) menor do que o doce de leite A, pois além do leite 2 apresentar acidez significativamente ($p < 0,05$) menor do que o leite 1, o soro de leite apresenta menor acidez do que o leite integral. Porém o pH apresenta-se com diferença estatisticamente não-significativa entre as formulações A e B ($p > 0,05$), o que ocorre devido ao alto poder tamponante do meio, que é caracterizado pela alta concentração de cinzas (Tabela 9), inclusive maior do que o máximo estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 1997).

Tabela 9: Composição Centesimal dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Componente	Padrão	Formulação A		Formulação B	
		Média \pm DP	CV	Média \pm DP	CV
Sólidos Totais ($^{\circ}$ Brix)	70 $^{\circ}$ Brix ⁽²⁾	75 \pm 6 ^a	7,5%	66 \pm 2 ^b	2,7%
Umidade (% m/m)	Máximo 30,0 ⁽¹⁾	19,6 \pm 9,2 ^a	47,1%	29,9 \pm 1,6 ^b	5,4%
Cinzas (% m/m)	Máximo 2,0 ⁽¹⁾	2,6 \pm 0,3 ^a	11,1%	2,2 \pm 0,1 ^b	3,4%
Glicídios Totais (% m/m)	31,06 a 81,61 ⁽³⁾	47,73 \pm 5,44 ^a	11,4%	45,39 \pm 0,91 ^a	2,0%
Glicídios redutores (em lactose)	N/A	16,15 \pm 2,25 ^a	13,9%	16,31 \pm 0,94 ^a	5,7%
Glicídios não-redutores (em sacarose)	N/A	34,31 \pm 3,69 ^a	10,8%	31,97 \pm 0,94 ^a	2,9%
Proteína (% m/m)	Mínimo 5,0 ⁽¹⁾	9,7 \pm 1,2 ^a	12,5%	7,0 \pm 0,2 ^b	3,5%
Gordura (% m/m)**	6 a 9 ^{(1)*}	20 \pm 3 ^a	16,7%	16 \pm 1 ^a	6,8%
Extrato seco total (% m/m)**	60,97 a 84,43 ⁽³⁾	80,44 \pm 10,30 ^a	12,8%	70,08 \pm 1,80 ^a	2,6%
Extrato seco desengordurado (% m/m)**	56,97 a 80,43 ⁽³⁾	60,01 \pm 7,09 ^a	11,8%	54,58 \pm 1,22 ^a	2,2%
Valor Calórico (kcal/100g)**	179,36 a 402,76 ⁽³⁾	413,49 \pm 56,54 ^a	13,7%	348,89 \pm 11,47 ^a	3,3%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; (1) segundo Brasil (1997) para doce de leite; (2) Padrão definido no processo produtivo; (3) Oliveira e colaboradores (2010) para doce de leite bovino comercial. * Acima de 9,0 será classificado como doce de leite com creme (BRASIL, 1997). ** Parâmetros cujos resultados foram calculados a partir de outras determinações experimentais. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Aplicando análise de variância foi possível verificar que existe diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) entre as formulações para os parâmetros físico-químicos: glicídios totais, glicídios redutores, glicídios não-redutores, gordura, extrato seco total, extrato seco

desengordurado e valor calórico, e que existe diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações para os parâmetros sólidos totais, umidades, cinzas e proteína.

Os maiores teores de cinzas, proteínas e sólidos totais, e portanto o menor teor de umidade, observados na formulação A se devem ao maior teor de sólidos, cinzas e proteínas presentes inicialmente na formulação A, já que o soro de leite que compõe a formulação B apresenta reduzidos teores desses componentes. Além disso, o menor teor de umidade da formulação A pode estar associado à maior taxa de aquecimento obtida durante a etapa de cocção/concentração do doce de leite, já que o controle manual da vazão de vapor não permitiu uma taxa de aquecimento constante e uniforme para todos os experimentos.

Os resultados obtidos neste trabalho foram similares aos reportados por Laguna (2000) para doce de leite elaborado com leite de cabra, que revelaram: teor médio de umidade (19,44%) inferior ao padrão máximo estipulado pela legislação; e teores médios de proteína (13,14%) e lipídios (11,5%) superiores às exigências mínimas do padrão oficial. Este fato ocorre, possivelmente, porque o leite caprino possui maior teor de proteína e lipídios do que o leite bovino.

O teor de cinzas obtido no doce de leite caprino é superior ao máximo estabelecido pela legislação para doce de leite (BRASIL, 1997). Esse comportamento também foi observado quando utilizou-se soro de leite (baixo teor de cinza) na sua formulação. Isso se deve, possivelmente, ao fato do leite caprino possuir teor de cinzas superior ao leite bovino.

O teor de gordura seguiu o mesmo comportamento do teor de cinzas. Como o leite caprino apresenta teor de gordura significativamente superior ao leite bovino, o produto oriundo deste também apresenta teor de gordura superior ao obtido utilizando-se o leite bovino. Portanto os produtos caracterizados neste trabalho devem ser denominados, de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 1997), como doce de leite caprino com creme.

Comparativamente aos resultados obtidos por Oliveira e colaboradores (2010) para doce de leite bovino, o extrato seco desengordurado da formulação B foi menor.

Em estudo conduzido por Zimmermann e colaboradores (2007), menor valor calórico ($284,00 \pm 1,02$ Kcal/100g) foi obtido para a amostra de doce de leite bovino em que foram utilizados 8,0% de sacarose do que para a amostra em que foram utilizados 10,0% de sacarose. A amostra com menor teor de sacarose apresentou menor teor de carboidratos ($45,57 \pm 0,54$ % p/p)

e maior teor de umidade ($35,89 \pm 0,44$ % p/p). Resultados esses que confirmam a necessidade de se definir os parâmetros físico-químicos dos produtos desenvolvidos.

Comparativamente aos valores apresentados por Zimmermann e colaboradores (2007), é possível afirmar que o presente estudo apresentou resultados para os componentes das formulações A e B iguais para o teor de carboidratos (A: $47,73 \pm 5,44$; B: $45,39 \pm 0,91$), resultados menores para o teor de umidade (A: $19,57 \pm 9,22$; B: $29,93 \pm 1,62$) e resultados maiores para o valor calórico (A: $413,49 \pm 56,54$; B: $348,89 \pm 11,47$).

4.3.3 Análise Instrumental

4.3.3.1 Análise de Cor

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da análise de cor obtidos para as formulações A e B produzidos em triplicata.

Tabela 10: Parâmetros de Cor dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão ⁽¹⁾	Formulação A		Formulação B	
		Média \pm DP	CV	Média \pm DP	CV
Cor L*	52,22 a 66,85	$63,59 \pm 4,39^a$	6,9%	$68,94 \pm 2,05^a$	3,0%
Cor a*	-4,39 a 3,15	$5,58 \pm 2,94^b$	52,6%	$4,87 \pm 1,60^b$	32,9%
Cor b*	4,65 a 28,92	$30,80 \pm 5,45^c$	17,7%	$28,26 \pm 1,45^c$	5,1%

DP: Desvio-Paradão; CV: Coeficiente de Variação; (1) segundo Oliveira e colaboradores (2010) para doce de leite bovino comercial. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Ao aplicar ANOVA observou-se diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$) entre as formulações para os parâmetros de cor analisados.

Segundo Ferreira e colaboradores (1989), os parâmetros mais importantes para avaliação de cor de doce de leite são a luminosidade (L*) e o teor amarelo (b*).

Como o valor L* expressa a luminosidade ou a claridade da amostra, e quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra, afirma-se que, como observado na Figura 4, as amostras deste trabalho apresentam uma coloração clara, resultado praticamente igual ao obtido por Oliveira e colaboradores (2010) e por Bellarde (2005) para doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite, e diferente dos obtidos por Rocha e colaboradores (2012), que obteve doces escuros, e dos obtidos por Ferreira e colaboradores (2012) e por Bellarde (2005) para doce

de leite sem substituição parcial de leite por soro de leite, que obteve doces de claridade intermediária.

Tal qual observado por Bellarde (2005), Oliveira e colaboradores (2010), Rocha e colaboradores (2012) e Ferreira e colaboradores (2012), todos os valores de b^* foram positivos, o que significa que os doces apresentaram reflexão do comprimento de onda associado à cor amarela. Os valores de a^* foram positivos, portanto os doces apresentam uma tendência à cor vermelha, tal qual observado por Bellarde (2005) para doce de leite bovino sem substituição parcial de leite por soro de leite (7,45) e com substituição parcial (30%) de leite por soro de leite (4,68).

De acordo com Ferreira e colaboradores (2012) a diferenciação de cor no produto final pode ocorrer em função de vários fatores, dentre eles: a acidez inicial do leite, a quantidade e o momento da adição do bicarbonato de sódio, a presença de açúcares redutores além da lactose, o teor inicial e final de sólidos solúveis da calda (leite mais sacarose) e do doce de leite respectivamente, o tempo gasto para a evaporação e a pressão de vapor utilizada nos tachos. O maior o teor de sólidos solúveis no início do processo diminui o tempo de fabricação, contribuindo para obtenção de um produto mais claro.

Os parâmetros de cor estudados apresentam maior coeficiente de variação para a formulação A do que para a formulação B, provavelmente devido ao maior desenvolvimento de reação de Maillard ocorrido nos experimentos (a) e (b), já que o maior teor de sólidos totais está relacionado ao aumento da taxa de evaporação, que não pôde ser minuciosamente controlada manualmente.

O maior teor de proteína presente no leite em comparação ao soro de leite também pode ser um dos motivos para a tendência ao menor desenvolvimento de cor observada nos produtos elaborados utilizando-se soro de leite (formulação B), apesar das formulações apresentarem diferença estatisticamente não significativa para os parâmetros de cor.

O escurecimento não enzimático ocorre não somente durante o processamento, mas também na estocagem do produto. A reação de Maillard se caracteriza pela formação de pigmentos pardos (melanoidinas) procedentes de reações químicas complexas e compostos carbonílicos livres, como os aminoácidos da proteína, e originam o hidroximetil furfural (HMF), que pode ser utilizado para detectar as primeiras manifestações de escurecimento. Pela intensidade das reações de Maillard e de caramelização desenvolve-se cor desde creme claro até

marrom muito escuro, podendo o produto ser defeituoso se for muito claro ou muito escuro (BELLARDE; JACKIK, 1997).

Apesar da reação de Maillard que ocorre durante a produção do doce de leite alterar o valor nutricional do leite devido a perda de aminoácidos, a formulação B, que apresentou menor desenvolvimento da reação de Maillard, apresentou menor teor de proteína, pois o soro de leite utilizado como matéria-prima apresentava-se com teor de proteína muito inferior ao teor de proteína do leite utilizado na produção da formulação A de doce de leite.

Em estudo realizado por Machado (2005), a avaliação de cor indicou que quanto maior foi a concentração de soro de queijo e de amido de milho, maior foi a luminosidade do doce de leite. Quanto maior a porcentagem de soro de queijo empregada, maior foi a intensidade do componente vermelho (a^*), o que pode ser atribuído ao maior teor de lactose presente, que resultou em maior intensidade da reação de Maillard. Os resultados obtidos no presente trabalho, ao serem comparados aos obtidos por Oliveira et al. (2010) para leite bovino corroboram para esta afirmação, já que observa-se maiores valores do componente vermelho para o doce de leite caprino quando comparado ao bovino, justamente devido ao maior teor de lactose presente no leite caprino.

No estudo de Machado (2005), o aumento da porcentagem de amido resultou em diminuição do componente vermelho (a^*). As diferentes porcentagens de amido e soro resultaram em variações estaticamente significativas ($p < 0,01$) na intensidade do componente amarelo (b^*); essas variações foram, entretanto, muito pequenas e, provavelmente, sem nenhuma importância do ponto de vista prático. O tempo de estocagem quase não alterou a luminosidade e a intensidade do componente amarelo (b^*) do doce de leite, porém intensificou o componente vermelho (a^*).

Hough e colaboradores (1991) estudaram a taxa de desenvolvimento de cor em sistemas parecidos com o do doce de leite, considerando o teor de sólidos totais, a concentração de bicarbonato de sódio, as proporções de açúcar e as temperaturas de cozimento. Quanto maior a concentração de sólidos, mais intensa a coloração. A maior concentração de bicarbonato de sódio promoveu intenso escurecimento do produto. Quanto à sacarose, quando foi parcialmente substituída por frutose ou por glicose, houve maior taxa de desenvolvimento de cor.

4.3.3.2 Análise de Textura

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da análise de textura obtidos para as formulações A e B de doces de leite caprinos produzidos em triplicata.

Tabela 11: Parâmetros de Textura dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetro	Padrão ⁽¹⁾	Formulação A		Formulação B	
		Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Dureza (N)	0,067 a 0,206	0,144 ± 0,063 ^a	43,8%	0,288 ± 0,050 ^b	17,5%
Adesividade (kg.s)	-418,34 a -121,99	-0,08 ± 0,12 ^c	149,4%	-0,07 ± 0,02 ^c	36,2%
Coesividade	0,58 a 0,69	1,92 ± 1,85 ^d	96,0%	0,75 ± 0,11 ^d	15,2%
Elasticidade	0,87 a 0,89	1,45 ± 1,22 ^e	84,1%	0,92 ± 0,05 ^e	5,2%
Gomosidade (kg)	43,58 a 120,12	0,02 ± 0,02 ^f	72,2%	0,02 ± 0,00 ^f	2,7%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; (1) Ferreira e colaboradores (2012). Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Aplicando análise de variância é possível verificar que, entre as formulações A e B, existe diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) para os parâmetros de textura adesividade, coesividade, elasticidade e gomosidade, avaliados por método instrumental, e que existe diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) para o parâmetro dureza.

O menor teor de sólidos e proteína presentes na amostra B conferiu a esta maior dureza em comparação a formulação A, ou seja, a formulação A dá origem a um doce de leite mais macio, pois o teor de gordura é maior no produto fabricado sem substituição de leite por soro de leite, apesar das formulações apresentarem para o parâmetro gordura diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$). Este resultado contradiz os apresentados por Machado (2005) e Bellarde (2005), em que foram observadas maiores valores para o parâmetro dureza no doce sem uso de soro de leite.

A formulação A, que apresenta tendência ao maior teor gordura, possui também a tendência a maiores valores para os parâmetros elasticidade, coesividade e maior adesividade (em módulo), apesar das formulações apresentarem diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$) para estes parâmetros.

Os doces de leite caprino obtidos no presente trabalho apresentaram valores inferiores aos obtidos por Ferreira e colaboradores (2012) para doce de leite bovino nos parâmetros de

gomosidade e adesividade (em módulo), o que se deve provavelmente devido às diferenças de conformação entre as proteínas do leite bovino e do leite caprino.

Em dois dos três experimentos com substituição parcial de leite por soro de leite, produzidos no presente trabalho, foi possível observar visualmente uma sinérese significativa, indicando a instabilidade do produto que utiliza soro de leite em sua formulação.

4.3.4 Análise Sensorial

O ensaio sensorial foi realizado com 60 provadores (41 mulheres e 19 homens), com idade entre 17 e 36 anos, dos quais 92% tinham o hábito de consumir doce de leite pelo menos uma vez por mês, como mostra o Gráfico 1.

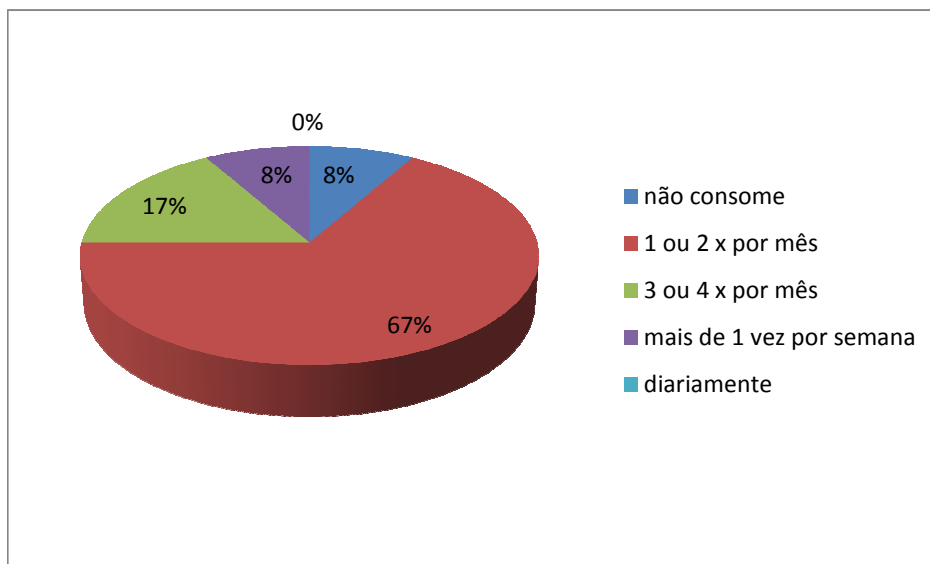


Gráfico 1: Frequência de Consumo de Doce de Leite pelos Provadores.

Os resultados de médias, desvios-padrões e coeficientes de variação para aceitação de atributos sensoriais e intenção de compra, bem como os resultados de índice de aceitação, obtidos com 100% dos provadores, estão apresentados nas Tabelas 12 e 13 e nos Gráficos 2 e 3, para as duas formulações de doce de leite caprino (sem e com substituição de leite por soro de leite, formulação A e formulação B, respectivamente) produzidas em triplicata e homogeneizadas para realização desta avaliação.

Nas Tabelas 14 e 15 e nos Gráficos 4 e 5 estão apresentados os resultados de médias, desvios-padrões e coeficientes de variação para aceitação de atributos sensoriais e intenção de

compra, bem como os resultados de índice de aceitação, obtidos com os 55 provadores (39 mulheres e 16 homens), com idade entre 17 e 36 anos, que apresentaram hábito de consumo de doce de leite.

A comparação entre a média e a mediana de cada amostra para cada um dos atributos e intenção de compra permitiu constatar certa simetria e uniformidade entre os dados obtidos.

Tabela 12: Aceitação dos Parâmetros Sensoriais dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetros	Formulação A			Formulação B		
	Média ± DP	CV	IA	Média ± DP	CV	IA
Aceitação Global	7,07 ± 1,56 ^a	22%	79%	6,12 ± 1,74 ^b	28%	68%
Aparência	6,92 ± 1,69 ^a	24%	77%	6,23 ± 1,57 ^b	25%	69%
Cor	6,45 ± 2,05 ^a	32%	72%	5,73 ± 1,91 ^b	33%	64%
Aroma	7,17 ± 1,34 ^a	19%	80%	6,27 ± 1,71 ^b	27%	70%
Sabor	7,22 ± 1,64 ^a	23%	80%	5,67 ± 2,14 ^b	38%	63%
Maciez	7,20 ± 1,62 ^c	23%	80%	6,82 ± 1,70 ^c	25%	76%
Adesividade	7,20 ± 1,53 ^d	21%	80%	6,83 ± 1,70 ^d	25%	76%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; IA: Índice de Aceitação. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Tabela 13: Intenção de Compra para os Doces de Leite Produzidos nos Ensaio Piloto

Parâmetros	Formulação A		Formulação B	
	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Intenção de compra	3,87 ± 1,07 ^a	28%	3,07 ± 1,21 ^b	39%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

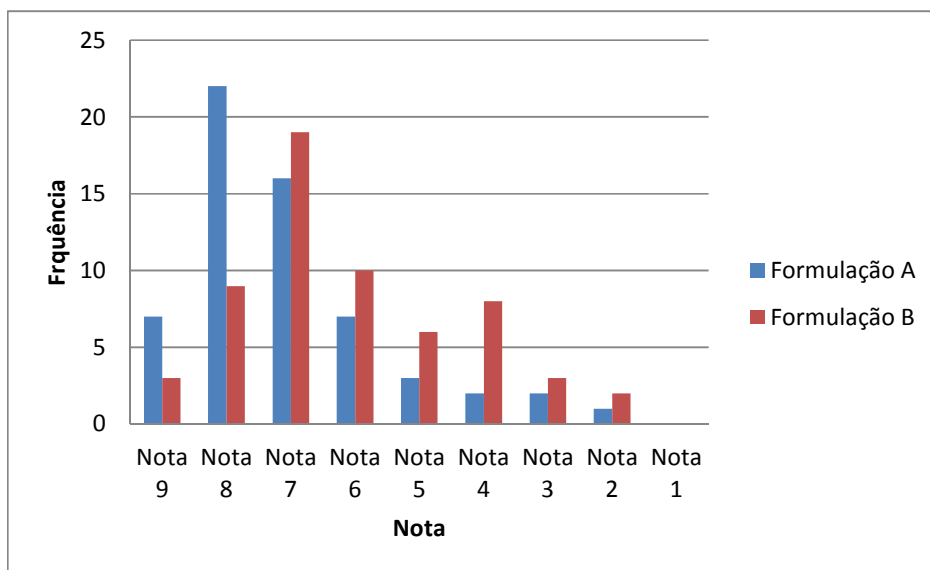


Gráfico 2: Aceitação Global de Doce de Leite pelos Provedores.

Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

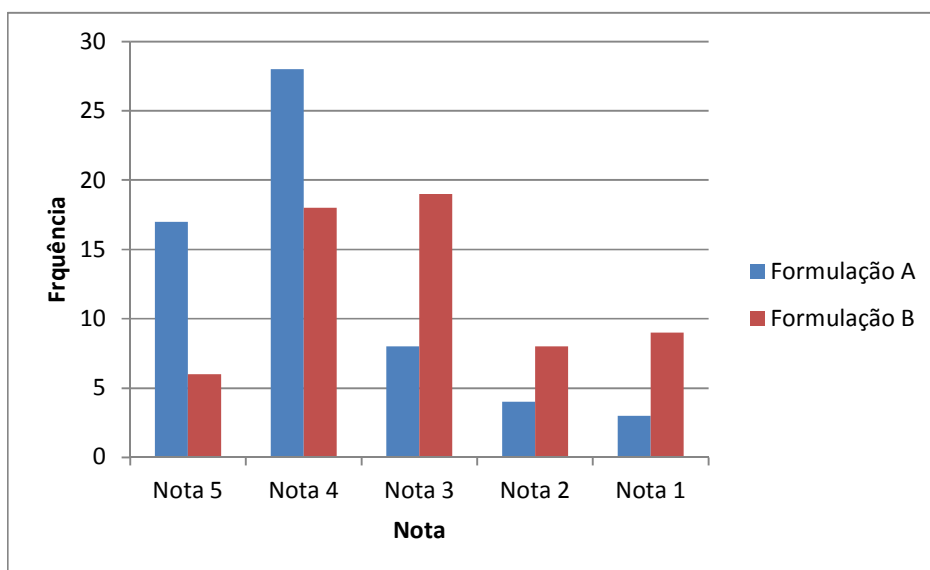


Gráfico 3: Intenção de Compra de Doce de Leite pelos Provedores.

Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Tabela 14: Aceitação, por 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês, dos Parâmetros Sensoriais dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaios Piloto

Parâmetros	Formulação A			Formulação B		
	Média ± DP	CV	IA	Média ± DP	CV	IA
Aceitação Global	7,16 ± 1,46 ^a	20%	80%	6,15 ± 1,72 ^b	28%	68%
Aparência	7,02 ± 1,66 ^a	24%	78%	6,29 ± 1,57 ^b	25%	70%
Cor	6,47 ± 2,09 ^a	32%	72%	5,78 ± 1,96 ^b	34%	64%
Aroma	7,16 ± 1,36 ^a	19%	80%	6,31 ± 1,75 ^b	28%	70%
Sabor	7,38 ± 1,42 ^a	19%	82%	5,71 ± 2,12 ^b	37%	63%
Maciez	7,33 ± 1,54 ^a	21%	81%	6,80 ± 1,75 ^b	26%	76%
Adesividade	7,33 ± 1,35 ^a	18%	81%	6,84 ± 1,75 ^b	26%	76%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; IA: Índice de Aceitação. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Tabela 15: Intenção de Compra, por 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês, dos Parâmetros Sensoriais dos Doces de Leite Produzidos nos Ensaios Piloto

Parâmetros	Formulação A		Formulação B	
	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
Intenção de compra	3,96 ± 0,94 ^a	24%	3,07 ± 1,21 ^b	40%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação. Valores seguidos por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

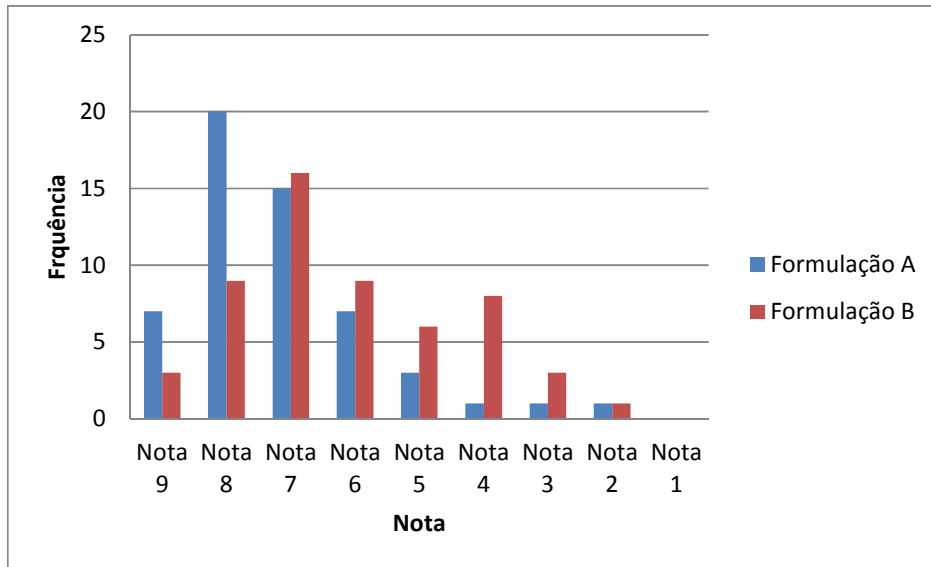


Gráfico 4: Aceitação Global de Doce de Leite pelos 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês.

Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

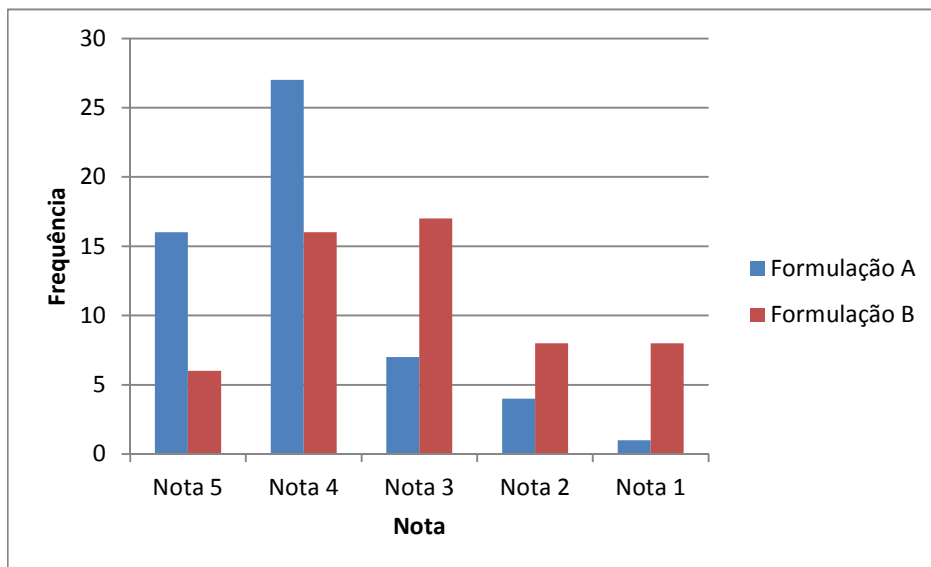


Gráfico 5: Intenção de Compra de Doce de Leite pelos 92% dos Provadores, que Consomem Doce de Leite Pelo Menos Uma Vez Por Mês.

Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Os resultados de aceitação para os parâmetros: aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor e intenção de compra apresentaram diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações A e B, e permitiram concluir que o produto sem substituição de leite por soro de

leite (formulação A) apresenta maiores índice de aceitação para estes parâmetros e maior intenção de compra.

Os resultados de aceitação dos parâmetros maciez e adesividade apresentados na Tabela 12 indicaram diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) entre as formulações A e B. Estes resultados de adesividade estão em concordância com os resultados obtidos na análise instrumental de textura (adesividade), enquanto que os resultados de maciez indicam que a diferença observada na análise instrumental para dureza não afetou a aceitação dos produtos quando considerados os resultados obtidos na análise realizada pelos 60 provadores.

Os resultados de aceitação dos parâmetros maciez e adesividade apresentados na Tabela 14 indicaram diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações A e B. Estes resultados de adesividade estão em discordância com os resultados obtidos na análise instrumental de textura (adesividade), enquanto que os resultados de maciez indicaram que a diferença observada na análise instrumental para dureza afetou a aceitação dos produtos quando considerados os resultados obtidos na análise realizada pelos 55 provadores com hábito de consumo de doce de leite.

Estes resultados não corroboram com os apresentados por Machado (2005), que afirma que formulações de doce de leite com maior concentração de soro de queijo e amido de milho apresentaram maior aceitação para os atributos sensoriais (aceitação global, aparência, cor e consistência) e maior intenção de compra.

A maior aceitação do parâmetro cor para a formulação A, tal qual apresentado por Sousa e colaboradores (*apud* FEIHRMANN et al., 2004), indica maior preferência pelo doce de leite de coloração, aroma e sabor caramelizado mais intenso e oriundo da reação de Maillard, obtido por tratamento mais severo durante o processamento e pela presença do bicarbonato de sódio utilizado para corrigir a acidez inicial do leite, apesar de ter sido observada diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$) para todos os parâmetros de cor avaliados por método instrumental no presente trabalho. Este resultado se deve, provavelmente, ao fato de haver desenvolvimento de cor pela reação de Maillard sensivelmente maior na formulação A, já que no início do processo esta formulação apresentou teor de sólidos, proteína e lactose significativamente maior do que a formulação B, além de teor de sólidos totais significativamente maior ao final do processamento.

O doce de leite apresenta coloração escura e sabor peculiar devido a várias reações que se sucedem ao aumento da acidez, pela alteração do fosfato, decomposição da lactose, desnaturação de proteínas do soro, desintegração da caseína, formação de complexos proteicos e combinações de proteína-lactose. A reação de escurecimento (reação de Maillard) está relacionada à intensidade do tratamento térmico, e geralmente é paralela ao surgimento do flavor característico que é agradável em alguns pontos (SOUSA et al., 1982).

Os comentários apresentados pelos provadores indicam que:

- a) O desenvolvimento de cor é um fator importante para a intenção de compra;
- b) O aumento da consistência (viscosidade) poderia aumentar a aceitação global;
- c) A arenosidade foi observada na formulação A, por apenas um provador que consome mais de uma vez por semana, e na formulação B, por um provador que consome três ou quatro vezes por mês.

A baixa umidade do doce de leite pastoso (máximo 30 %) melhora a conservação do produto, porém facilita o aparecimento da arenosidade, um defeito percebido sensorialmente (DEMIATE *et al.*, 2001). Nos doces de leite obtidos no presente trabalho a percepção de arenosidade não foi significativa provavelmente devido à adoção de técnicas que dificultaram o crescimento de cristais de sacarose e lactose, como: o uso de xarope de glicose e soro de leite, que reduziram o teor inicial de sólidos; e a redução da temperatura imediatamente após o envase, o que aumentou a viscosidade do meio e inibiu o crescimento de cristais. A velocidade da agitação durante o cozimento também pode ter influenciado na formação de cristais.

Considerando as avaliações de: todos os provadores; dos 92% de provadores que consomem pelo menos uma vez por mês; dos 25% de provadores que consomem três ou mais vezes por mês; e dos 8% de provadores que consomem mais de uma vez por semana, o doce de leite sem substituição de leite por soro de leite apresentou maior índice de aceitação do que o doce de leite com substituição de leite por soro de leite caprino para todos os atributos analisados, e obteve-se aceitação maior ou igual a 80% para todos os atributos e para as duas formulações, o que, de acordo com Santos e colaboradores (2009), indica resultado positivo para os atributos sensoriais avaliados e pode demonstrar a viabilidade no desenvolvimento dos produtos analisados.

4.3.5 Caracterização Reológica

No Gráfico 6 estão apresentados os reogramas das formulações A e B. A análise destes reogramas permitiu observar que, para taxa de deformação de 50 s^{-1} , a viscosidade aparente da formulação A foi maior do que a viscosidade aparente da formulação B para a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Este resultado ocorreu provavelmente devido ao maior teor de sólidos solúveis obtido na formulação A do que na formulação B. Além disso, com o aumento da taxa de deformação houve redução da diferença de viscosidade aparente entre as temperaturas de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $70 \text{ }^\circ\text{C}$

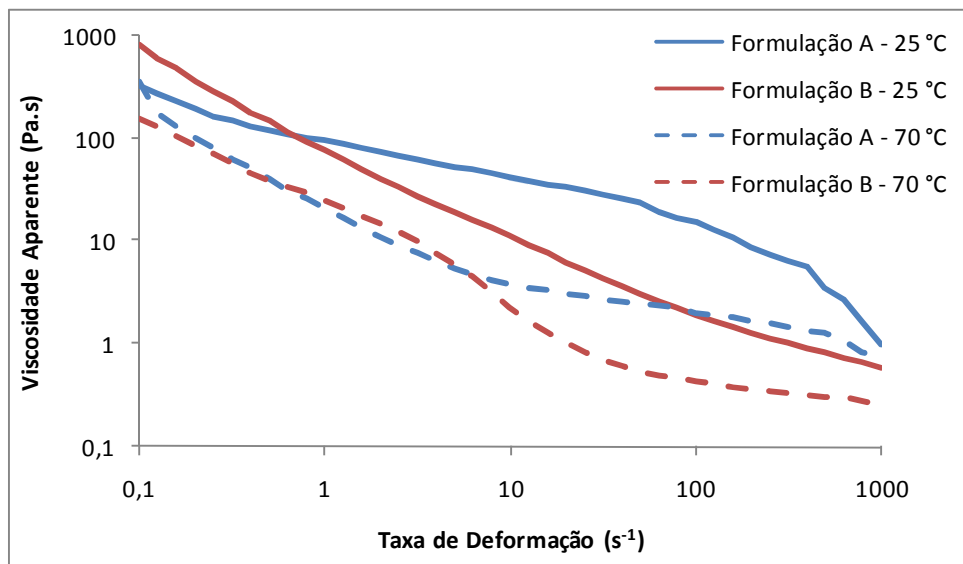


Gráfico 6: Reogramas dos Doces de Leite (Viscosidade Aparente em Função da Taxa de Deformação).

Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

Na Tabela 16 estão apresentados os valores de viscosidade aparente obtidos na análise reológica das duas formulações de doce de leite para tensão de cisalhamento de 10 s^{-1} , 50 s^{-1} e 100 s^{-1} , em temperaturas de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tabela 16: Viscosidade Aparente do Doce de Leite em Temperaturas de 25 °C e 70 °C.

Tensão de Cisalhamento	Viscosidade Aparente (Pa.s) a 25 °C				Viscosidade Aparente (Pa.s) a 70 °C			
	Formulação A		Formulação B		Formulação A		Formulação B	
	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV
10 s ⁻¹	42,9 ± 55,2 ^a	129%	11,4 ± 2,0 ^b	18%	3,8 ± 3,4 ^b	90%	6,7 ± 1,8 ^b	81%
50 s ⁻¹	23,7 ± 30,3 ^a	128%	3,1 ± 0,8 ^b	26%	2,4 ± 2,5 ^b	104%	0,5 ± 0,1 ^b	22%
100 s ⁻¹	15,3 ± 18,0 ^b	118%	1,9 ± 0,5 ^b	26%	2,0 ± 2,0 ^b	101%	0,4 ± 0,1 ^b	25%

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação. Valores seguidos por letras iguais na tabela não diferem estatisticamente a 5% por ANOVA. Formulação A: sem soro de leite; Formulação B: com soro de leite.

A aplicação da análise de variância aos dados experimentais apresentados na Tabela 16 permitiu afirmar que a viscosidade aparente da formulação A a 25 °C apresenta diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) para as taxas de deformação 10 s⁻¹ e 50 s⁻¹. As demais condições de ensaio das formulações A e B apresentaram diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) entre si para a variável viscosidade aparente, e estes dois grupos formados apresentam diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre si.

Nos Gráficos 7 e 8 estão apresentados os reogramas da Formulação B: doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite.

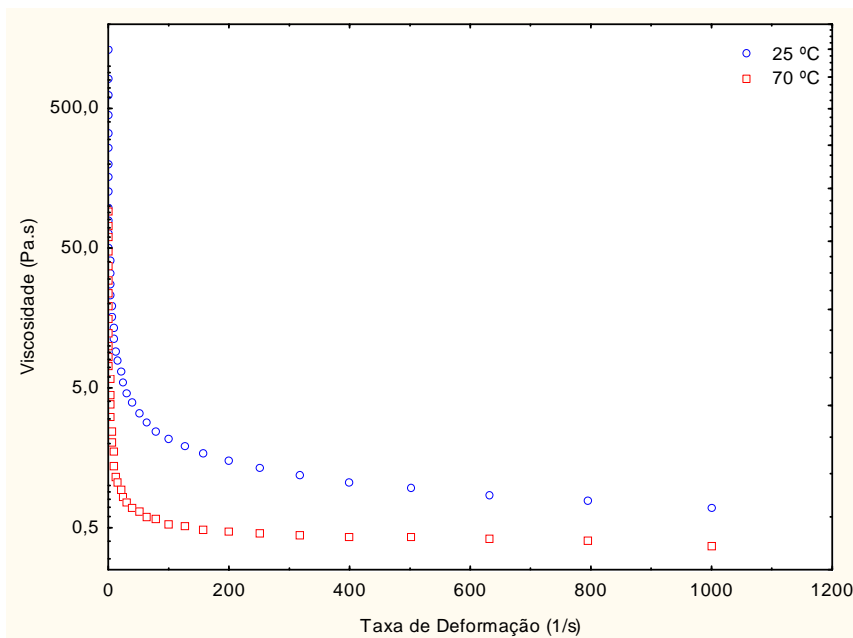


Gráfico 7: Reograma (Viscosidade Aparente em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite nas Temperaturas de 25 °C e 70 °C.

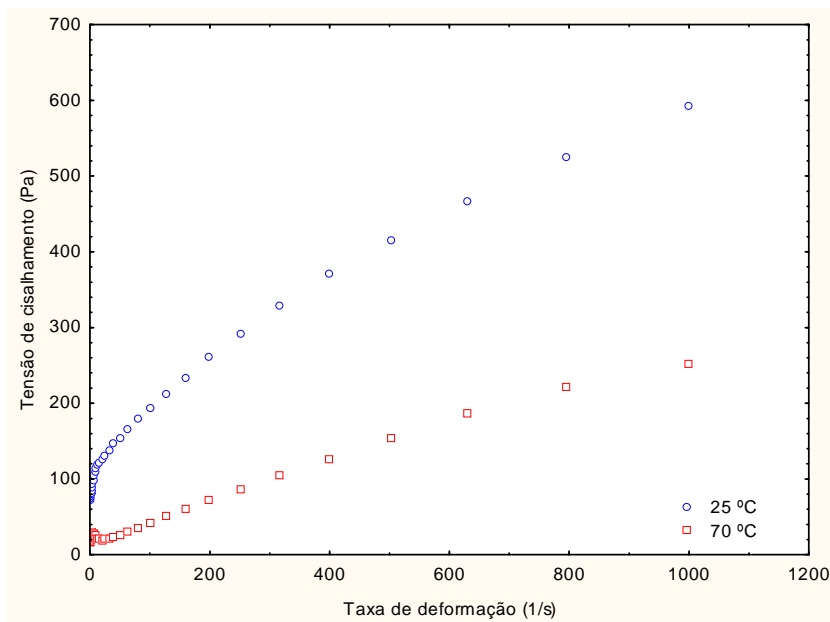


Gráfico 8: Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite nas Temperaturas de 25 °C e 70 °C.

Conforme apresentado nos Gráficos 7 e 8, e em concordância com o apresentado por Zimmermann e colaboradores (2007), como a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação e com o aumento da temperatura, o doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite pode ser caracterizado como fluido não-Newtoniano, Pseudoplástico. Ou seja, suas propriedades são influenciadas pela temperatura e pela taxa de deformação.

Nos Gráficos 9 e 10 estão apresentados os reogramas do doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite (formulação B) nas temperatura de 25 °C e 70 °C, respectivamente. Ao observar estes Gráficos foi possível afirmar que o doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite apresentou comportamento Pseudoplástico que melhor se ajustou ao modelo de Herschel-Blulkley, com coeficiente de determinação de 0,999, sendo desta forma determinados os parâmetros reológicos do fluido nas diferentes temperaturas: tensão de cisalhamento inicial (τ_0), índice de consistência (k) e índice de comportamento do fluido (n). Os valores destes parâmetros reológicos nas tensões de cisalhamento estão apresentados na Tabela 18.

Foi utilizado o modelo de Herschel-Blulkley para análise dos dados experimentais, tanto pela simplicidade de cálculo e compreensão dos dados obtidos, bem como pela utilização deste modelo nas aplicações de Hidrodinâmica e Transferência de Calor.

O comportamento Pseudoplástico do doce de leite com substituição parcial de leite por soro de leite pode ser justificado principalmente pela presença de proteínas e outras moléculas complexas.

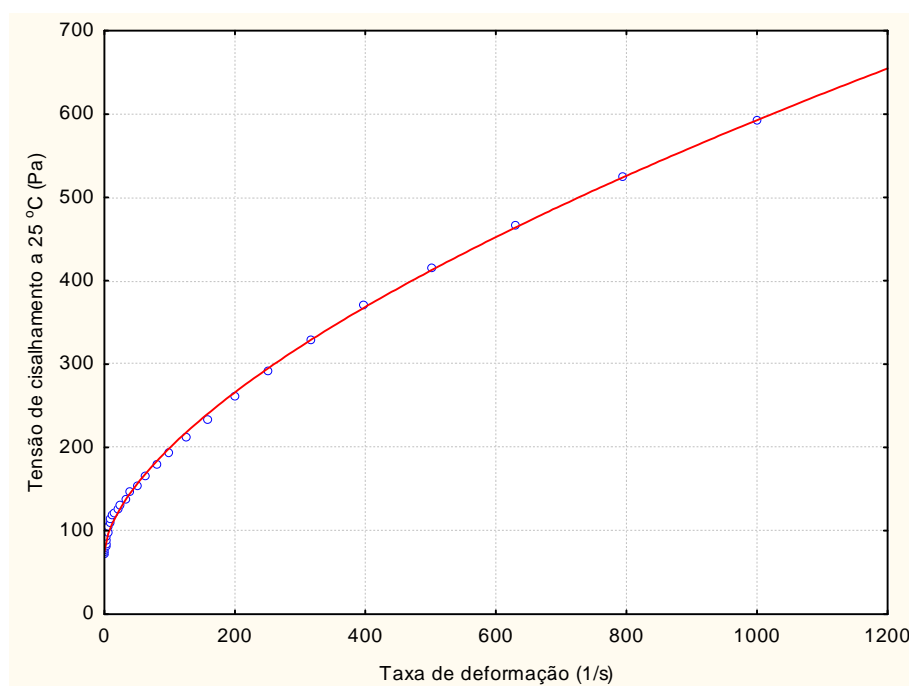


Gráfico 9: Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite na Temperatura de 25 °C.

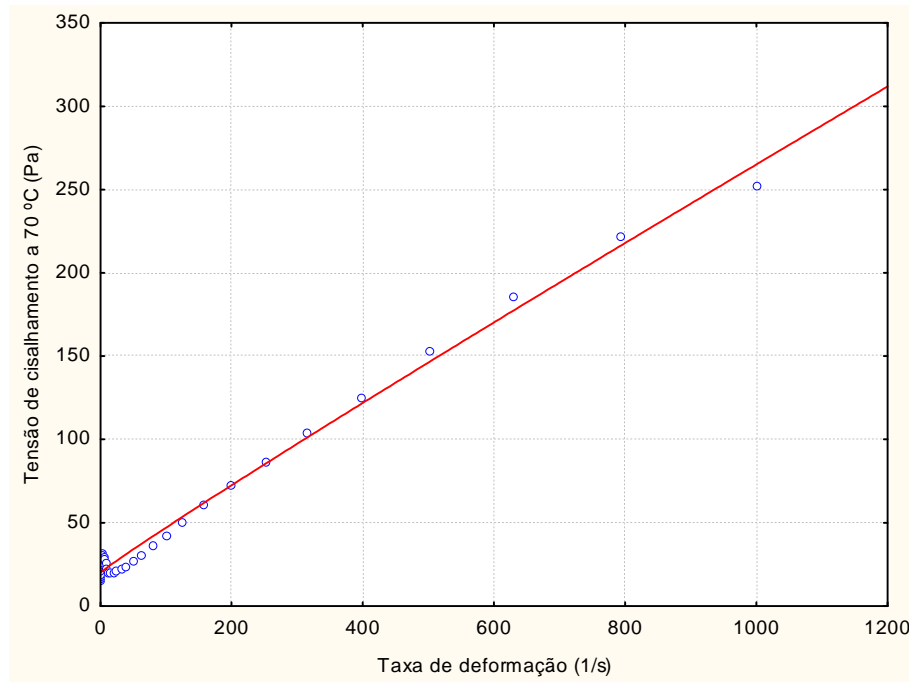


Gráfico 10: Reograma (Tensão de Cisalhamento em função da Taxa de Deformação) do Doce de Leite com Substituição Parcial de Leite por Soro de Leite na Temperatura de 70 °C.

Tabela 17: Parâmetros Reológicos do Doce de Leite em Temperaturas de 25 °C e 70 °C.

	Temperatura (°C)	
	25	70
Tensão de cisalhamento inicial (τ_0)	74,5663	20,0855
Índice de consistência (k) (Pa.s)	7,22669	0,327104
Índice de comportamento do fluido (n)	0,618528	0,95814

* Válidos para taxas de deformação entre 0,1 a 1000 s⁻¹.

Como pode ser observado ao analisar a Tabela 17, o valor do índice de consistência (k) é menor para a temperatura de 70 °C do que para a temperatura de 25 °C. Já o índice de comportamento do fluido (n) é maior para a temperatura de 70 °C do que para a temperatura de 25 °C. Os valores menores que a unidade indicam a natureza Pseudoplástica do doce de leite. Este comportamento Pseudoplástico observado também pode ser explicado como consequência do aumento da taxa de deformação e o alinhamento das moléculas presentes, o que causa uma diminuição na resistência à fricção (VÉLEZ-RUIZ e BARBOSA-CÁNOVAS, 1997).

4.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados obtidos na caracterização microbiológica e físico-química das duas formulações de doce de leite caprino permitiram afirmar que a utilização de soro de leite na fabricação de doce de leite pastoso não influenciou significativamente no atendimento aos padrões de identidade e qualidade do produto final, tal qual os resultados obtidos por Madrona e colaboradores (2009a, 2009b) para doce de leite bovino, pois as análises microbiológicas apresentaram resultados iguais para as duas formulações, e apesar dos resultados das análises físico-químicas apresentarem diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) para os parâmetros: sólidos totais, umidade, cinzas e proteínas, as duas formulações não atenderam aos padrões de identidade e qualidade apenas em relação ao teor máximo de cinzas, o que se deve possivelmente ao fato do leite caprino possuir teor de cinzas superior ao leite bovino.

Apesar das análises instrumentais de todos os parâmetros de cor e dos parâmetros de textura: adesividade, coesividade, elasticidade e gomosidade, terem apresentado resultados com diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) entre as formulações sem e com substituição parcial de leite por soro de leite, os resultados da avaliação sensorial apresentaram maior índice de aceitação e intenção de compra para o produto sem substituição parcial de leite por soro e de leite.

Em contração aos resultados apresentados por Machado (2005) e Bellarde (2005), em que foram observados maiores valores para o parâmetro dureza no doce de leite bovino sem uso de soro de leite, o parâmetro de dureza quantificado na análise instrumental de textura desta dissertação apresentou diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre os dois produtos e resultado maior para a formulação com substituição parcial de leite por soro de leite, o que se deve possivelmente ao menor teor de sólidos e proteína presentes nesta amostra.

Apesar dos produtos sem e com substituição parcial de leite por soro de leite apresentarem diferença estatisticamente não significativa ($p > 0,05$) para o parâmetro gordura, é possível que o maior teor de gordura presente na formulação inicial do doce de leite sem substituição parcial de leite por soro de leite tenha contribuído na obtenção de maior maciez ao produto final.

Os resultados de viscosidade aparente obtidos a 70 °C permitiram afirmar que o dimensionamento das instalações industriais deve ser igual para as duas formulações, já que existe diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$) entre estas formulações nas taxas de deformação estudadas (10 s^{-1} , 50 s^{-1} e 100 s^{-1}). Já a respeito dos resultados de viscosidade aparente

obtidos a 25 °C foi possível afirmar que, nas taxas de deformação de 10 s⁻¹ e 50 s⁻¹, as formulações estudadas apresentaram diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$), e que a formulação sem substituição parcial de leite por soro de leite apresentou maior viscosidade aparente do que a formulação com substituição parcial de leite por soro de leite, o que possivelmente garantiu maior aceitação sensorial para a formulação com substituição parcial de leite por soro de leite.

Tal qual observado por Zimmermann e colaboradores (2007) ao utilizar soro de leite na produção de doce de leite bovino, a caracterização reológica do doce de leite caprino com substituição parcial de leite por soro de leite apresentou redução da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação e com o aumento da temperatura, caracterizando-o como fluido não-Newtoniano, Pseudoplástico.

Estes resultados obtidos nos reogramas do doce de leite caprino com substituição parcial de leite por soro de leite foram ajustados ao modelo de Herschel-Blukley, com coeficientes de determinação de 0,999, e valores de índice de comportamento (n) inferiores a uma unidade, o que confirmou a natureza Pseudoplástica do produto analisado.

A natureza Pseudoplástica do doce de leite pode ser justificada principalmente pela presença de proteínas e outras moléculas complexas, e explicada como consequência do aumento da taxa de deformação e o alinhamento das moléculas presentes, o que causa uma diminuição na resistência à fricção.

O doce de leite caprino, produto de alto valor nutricional e sensorialmente aceito, pode contribuir com significativa porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais, para a alimentação humana. Porém para que a produção industrial deste produto em larga escala seja viabilizada é necessário que ocorra um aumento na produção e na oferta do leite caprino de boa qualidade.

Para trabalhos futuros recomenda-se a avaliação da formação de cristais utilizando-se microscopia eletrônica, já que este é um defeito importante na produção de doce de leite, e a verificação da viabilidade de uso de estabilizantes na prevenção da sinerese durante o período de armazenamento do produto. Além disso, a composição de aminoácidos presentes no lactosoro caprino e no doce de leite podem ser avaliadas, de modo a verificar as alegações de funcionalidade nutricional do produto proposto.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho produziu doces de leite caprino desenvolvidos pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, a partir de duas diferentes bases lácteas (sem e com substituição parcial de leite por soro de leite), obtendo-se produtos finais: adequados aos Padrões de Identidade e Qualidade microbiológica; inadequados ao Padrão de Identidade e Qualidade físico-química no requisito teor de cinzas, já que o leite caprino apresenta maior teor de cinzas do que o leite bovino.

Tendo em vista a baixa qualidade microbiológica das matérias-primas utilizadas na produção dos experimentos piloto, foi possível afirmar que a cocção/concentração e a pressão osmótica, obtida pela alta concentração de açúcar, se mostraram métodos de conservação eficientes, já que os microrganismos analisados foram inativados durante a evaporação.

Os resultados obtidos, para as duas formulações analisadas, para os parâmetros de cor apresentaram diferença não significativa estatisticamente ($p > 0,05$), assim como para os parâmetros de textura: adesividade, coesividade, elasticidade e gomosidade.

O estudo comparativo dos efeitos da substituição parcial do leite por soro de leite sobre as características sensoriais, reológicas, físico-químicas e microbiológicas dos doces de leite caprino produzidos permitiram concluir que a formulação sem substituição de leite por soro de leite apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), para os parâmetros sólidos totais ($^{\circ}$ Brix); cinzas; proteína; dureza; sensoriais, quando comparada à formulação com substituição de leite por soro de leite.

A avaliação dos resultados de aceitação sensorial, de intenção de compra, dos parâmetros reológicos e de dureza como parâmetro de textura, obtidos para as duas formulações analisadas, permitiu concluir que o doce de leite sem substituição parcial de leite por soro de leite apresentou maior viscosidade aparente, maior maciez e maior índice de aceitação para os parâmetros sensoriais e intenção de compra, mesmo quando a análise sensorial foi realizada por provadores que apresentavam baixa frequência de consumo de doce de leite.

O doce de leite caprino com substituição parcial de leite por soro de leite foi caracterizado como fluido não-Newtoniano, Pseudoplástico, principalmente devido à presença de proteínas e outras moléculas complexas, cujo comportamento foi satisfatoriamente ajustado ao modelo de Herschel-Blukley.

Assim, esta dissertação abordou o estudo comparativo que produziu informações relevantes que poderão contribuir para o desenvolvimento de legislação específica para doce de leite caprino e permitirão a viabilização da produção industrial do doce de leite caprino com substituição parcial do leite por soro de leite. A comercialização deste produto de grande importância nutricional permitirá ainda a utilização do principal subproduto do laticínio, o soro de leite, reduzindo seu impacto ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC INTERNATIONAL. **Official Method 989.13 Motile Salmonella in All Foods Immunodiffusion (1-2 TEST)**. Method First Action 1989; Revised First Action 1994; Final Action 1998. 2000.
- ARCURI, E. F. et al. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotróficas contaminantes de leite cru refrigerado. **Cienc. Rural** [online], v.38, n.8, p. 2250-2255, 2008.
- ARES, G.; GIMENEZ, A.; GAMBARO, A. Preference mapping of dulce de leche. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, n. 6, p. 553-571, 2006.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; VÉLEZ-RUIZ, J.F., Rheological Properties of Concentrated Milk As A Function of Concentration, Temperature And Storage Time. **Journal of Food Engineering**, v.35, p.177-190, 1998.
- BELLARDE, F. B. Elaboração de doce de leite pastoso com substituição parcial dos sólidos de leite por concentrado protéico de soro. **Revista UNIARA**, n.17/18, p. 249-255, 2005/2006.
- BELLARDE, F. B.; JACKIK, M. N. H. Efeito dos Parâmetros de Tempo, Temperatura e Concentração no Desenvolvimento da Cor de Doce de Leite Pastoso. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2., 10 a 14 de nov. 1997, Campinas, SP. **Anais...** 116p.
- BEM-HASSAN, R. M.; GHALY, A. E. Continuous propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potential reduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 47, p. 89-105, 1994.
- BERTOL, T. M.; FILHO, J. I. S.; BENETT, L. Soro de leite integral na alimentação de suínos. **Periódico técnico-informativo elaborado pelo departamento Técnico RHIDIA-MÉRIEUX Suinocultura dinâmica**, ano V, n. 17, 1996.
- BIEGER, A.; RINALDI, R. N. Reflexos do reaproveitamento de soro de leite na cadeia produtiva de leite do oeste do Paraná. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2009.
- BORGES, C. H. P. Custos de produção do leite caprino na região sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2003.

BORGES, C. H. P.; BRESSLAU, S. Produção de leite caprino em confinamento. In: VI SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DO NORDESTE – PECNORDESTE E III SEMANA DA CAPRINO-OVINOCULTURA BRASILEIRA, 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2002.

BOZA, J.; SANZ SAMPELAYO, M. R., 1997. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. In: ANALES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS VETERINARIAS DE ANDALUCÍA ORIENTAL, 10., 1997, p. 109-139. Andalucía Oriental. **Anais...** Andalucía Oriental, 1997.

BRANDÃO, S. C. C. Soro: um desafio para as fábricas de queijo. **Leite e Derivados**, n. 15, p. 13-14, p. 16-18, 1994.

BRASHOLANDA S.A. Doce de leite. Processo contínuo. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, Ano III, n.38, p. 63-64, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Leite e Derivados. **O Setor Produtivo de Leite e Derivados**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e 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 União. Poder Executivo, Brasília, DF, 08 de Setembro de 1997. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/port354.html>>. Acesso em: 12 set. de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006**. Métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 de dezembro 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 de novembro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003**. Métodos analíticos oficiais para análise microbiológica para controle de produtos de origem animal e água. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de setembro de 2003a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 101, de 11 de agosto de 1993**. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de agosto 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013**. Projeto de Instrução Normativa e seu Anexo que estabelecem os Padrões de Identidade e Qualidade de Soro de Leite. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de abril 2013. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action>>. Acesso em: 04 julho 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** – RIISPOA. Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003b.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. IBGE. In: _____. **Séries estatísticas e séries históricas - IBGE**, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=AGRO73>. Acesso em: 18 maio 2010.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. IBGE. In: _____. **Pesquisa Produção da Pecuária Municipal (PPM) 2011, 2012**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241>>. Acesso em: 31 out. 2013.

BRIÃO, V. B.; TAVARES, C. R. G. Ultrafiltração como processo de tratamento para o reuso de efluentes de laticínios. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 134-138, 2007.

BUSINCO, L.; BELLANTI, J. Food allergy in childhood. Hypersensitive to cow's milk allergens. **Clinical Experimental Allergy**, v. 23, p. 481-483, 1993.

CALLE, M. L. et al. Bayesian survival analysis modeling applied to sensory shelf life of foods. **Food Qual. Prefer.**, Barking, v. 17, n. 3-4, p. 307-312, abr./jun. 2006.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. p. 115-330.

CARDELLO, H. M. A. B.; DAMÁSIO, M. H. Análise tempo-intensidade. **B. SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 156-165, jul./dez. 1996.

CASPER, J. L.; WENDORFF, W. L.; THOMAS, D. L. Seasonal changes in protein composition of whey from commercial manufacture of caprine and ovine specialty cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 12, 1998.

- CEBALLOS, L. S. et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 322-329, 2009.
- CHAVES, J.B.P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 91p. Apostila.
- CHIAPPINI, C. C. J.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T. Avaliação do soro de queijo quanto aos Coliformes totais e Coliformes fecais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 50, p. 253-257, 1995a.
- CHIAPPINI, C. C. J.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T. Avaliação do soro de queijo quanto à *Staphylococcus aureus*. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 50, p. 259-263, 1995b.
- CITADIN, A. S. et al. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e fatores associados. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v. 10, n. 1, p. 52-59, jan./mar. 2009.
- CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. **Food Res. Int.**, Barking, v. 26, n. 5, p. 375-385, 1993.
- CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coords.) **Estratégias para o leite no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2006.
- CORDEIRO, P. R. C. Mercado do leite caprino e de seus derivados. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, 2006.
- CORREIA, R. T. P. et al. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Rev. Ciên. Agron.**, v. 39, p. 251-256, 2008.
- CORREIA, R. T. P.; CRUZ, V. M. F. **Leite caprino e derivados**. Bulletin: ACOSC – Associação dos Criadores de Ovinos e Caprinos do Sertão do Cabugi, 2006.
- COSTA, A. M. N. M. et al. Elaboração de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro de leite. In: III JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2008, Bananeiras. **Anais...** Bananeiras, 2008. ISSN 1980-1122.
- DAUBERT, C. R. et al. Rheological characterization and electrokinetic phenomena of charged whey protein dispersions of defined sizes. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 39, p. 206-215, 2006.
- DE ANGELIS, R. C. **Fisiologia da nutrição: fundamentos para nutrição e desnutrição**. São Paulo: EDART/EDUSP, 1977, v. 1.

- DE WITT, J. N.; HON TELEZ, E. B. Les propriétés fonctionelles des protéines du lactosérum: conséquences des traitements thermique. **La Technologie Laitière**, Paris, n. 952, p. 19-22, 1981.
- DEMIATE, I. M. 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, abr./jun. 2004.
- 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**, v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001.
- DEVENDRA, C. Goat: factors affecting milk secretion and composition. **International Goat and Sheep Research**, v. 2, p. 61-76, 1982.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996. 123p.
- ENGENOTEC. **Doce de Leite - Tecnologia de Fabricação**. Disponível em:<http://www.engenotec.com.br/port/tecnologia_doce_de_leite.htm 26/04/2013>. Acesso em: 26 abr. 2013.
- FAO. FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations Agriculture Data**. 2008a. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>>. Acesso em: 19 jan. 2011.
- FAO. FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations Agriculture Data**. 2008b. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>>. Acesso em: 19 jan. 2011.
- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116p.
- FEIHRMANN, A. C.; CICHOSKI, A. J.; REZENDE, D. F. Doce de leite (revisão). **Revista Higiene Alimentar**, v. 10, n. 118, p. 21-23, mar. 2004.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.
- FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- FERREIRA, L. de O. et al. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"**, v. 67, n. 387, p. 05-11, jul./ago. 2012.

- FERREIRA, V. L. P. (Coord.). Análise sensorial – Testes discriminativos e afetivos. In: MANUAL SÉRIE QUALIDADE, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. p. 73- 77.
- FERREIRA, V.L.P.; HOUGH, G.; YOTSUYANOI, K. Cor de doce de leite pastoso. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 9, n. 2, p. 134-145, 1989.
- FLAUZINO, R. D. **Influência da temperatura e do teor de gordura nos parâmetros reológicos do leite condensado e creme de leite**. 2007. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP, 2007.
- FOLETTI, T. C. et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de doce de leite caprino. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Deptº de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – FAEM/UFPel e Departamento de Zootecnia / UFPel, 2006.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. 1. ed. São Paulo: Lemos Editorial, p. 39-141, 2000.
- FURTADO, M. M. **A fabricação de queijos caprino na fazenda**. Disponível em: <<http://www.cienciadoleite.com.br/queijoscabrafazenda.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2011.
- FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. p. 76-77.
- GARCIA, M. I. H.; PUERTO, P. P.; BAQUERO, M. F. Mineral and trace element concentrations of dairy products from goat’s milk produced in Tenerife (Canary Islands). **International Dairy Journal**, v. 16, p. 182-185, 2006.
- GARRIDO, N. S. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado proveniente de mini e micro-usinas de beneficiamento da região de Ribeirão Preto – SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 141-146, 2001.
- GIROTO, J. M.; PAWLOWSKY, U. O soro do leite e as alternativas para seu beneficiamento. **Brasil Alimentos**, p. 43-46, set./out. 2001.
- GULARTE, M. A. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos**. Pelotas: EdUFPel, 2002. 59 p.
- HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 155-163, 2004.
- HAENLEIN, G. F. W. Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. **International Journal of Animal Science**, v. 11, p. 395-411, 1996.

HEDDERLEY, D.; EARTHY, P. J.; MacFIE, H. J. H. Effect of question order on sensory perception and preference in central location trials. **Journal of sensory Studies**. Issue 3, v. 12, p. 215-237, set. 1997.

HEIMLICH, W.; BÓRQUEZ, R.; CÉSPEDES, I. Effects of milk replacement by whey protein concentrates on the rheological properties of dulce de leche. **Wiss Technology**, v. 27, p. 289-291, 1994.

HOUGH, G. et al. Effect of composition on non-enzymatic browning rate in dulce de leche-like systems. **Anales de la Asociación Química Argentina**, v. 79, n. 1, p. 31-40, 1991.

HOUGH, G.; BRATCHELL, N.; MACDOUGALL, D.B. Sensory profiling of dulce de leche, a dairy based confectionary product. **Journal of Sensory Studies**, v.7, n.1, p.157-78, 1992.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Versão eletrônica. (v. 1, Métodos químicos e físicos para análise de alimentos).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Evaporated milk and sweetened condensed milk: determination of fat content**. Brussel: 1990.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Evaporated milk and sweetened condensed milk: determination of total solids content**. Brussels, 15B: 1988.

IVO, F. **Paraíba é maior produtor de leite caprino do País**. Brasília: Agência Sebrae de Notícias, 2007. Disponível em: <http://asn.interjornal.com.br/noticia_pdf.kmf?noticia=6652641>. Acesso em: 19 jan. 2011.

JANDAL, J. M. Comparative aspects of goat and sheep milk. **Small Rumin**, Res. 22, p. 177-185, 1996.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1605-1630, 1980.

KONAR, A.; AKIN, S. Comparative study of the chemical, physical and organoleptic qualities of ice cream made from cow, goat and ewe milk. **Doga Turk Tarim Ormancilik Dergisi**, v. 16, p. 711-720, 1997.

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

LAGUNA, L. E. Estudo da Composição de Quatro Marcas Comerciais de Doce de Leite Pastoso no Mercado de Fortaleza, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza/CE. v. 1. p 3.28, 2000.

- LAGUNA, L. E. **Fabricação de doce pastoso com leite caprino**. Sobral: Ed. Embrapa Caprinos, 1999.
- LATREILLE, J. et al. Measurement of the reliability of sensory panel performances. **Food Qual. Prefer.**, Barking, v. 17, n. 5, p. 369-375, jul. 2006.
- LAWLESS, H. T.; MALONE, G. J. The discriminative efficiency on common scaling methods. **J. Sens. Stud.**, Connecticut, v. 1, n. 1, p. 85-98, 1986.
- LEVEOVIX, A. et al. Produção de doce de leite pastoso a partir de leite caprino. **Leite e Derivados**, São Paulo: Dipemar, v. 15, n. 89, p. 109-112, 2006.
- LI, J.; OULDELEYA, M. M.; GUNASEKARAN, S. Gelation of whey protein and xanthan mixture: effect of heating rate on rheological properties. **Food Hydrocolloids**, v. 20, p. 678-686, 2006.
- LOEWENSTEIN, M.; SPECK, S.J.; BARNHART, H.M. Research on goat milk products: a review. **J. Dairy Sci.**, v. 63, p. 1631-1648, 1980.
- LORENZONI, R. P. **O leite de cabra na alimentação e sua situação atual no RS**. 2005. 38p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Controle de Qualidade em Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2005.
- LOTHE, L.; LINDBERG, T.; JACOBSON, I. Cow's milk formula as a cause for infantile colic. **Pediatrics**, v. 30, p.7-10, 1982.
- MACHADO, L. M. P. **Uso de soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 170 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2005.
- MACHADO, R. M. G.; SILVA, P. C.; FREIRE, V. H. Controle Ambiental em indústrias de laticínios. **Brasil Alimentos**, p. 34-36, mar./abr. 2001.
- MADRID, A.; CENZANO, I.; VECENTE, J. M. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. Madrid, 1995, 599p.
- 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. 2009a.
- 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**, Ponta Grossa, PR, v. 2, n. 1, 2009b.

MAGALHÃES, F. A. R. **Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso.** 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 1996.

MARTINS, E. C. et al. O mercado e as potencialidades do leite caprino na cidade de Sobral: a visão do consumidor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7. **Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social: anais.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 15 f. 1 CD-ROM.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. **Doce de leite: aspectos da tecnologia de fabricação. Instruções Técnicas.** Campinas: ITAL, 1980. n. 18. 37p.

MASSON, L. M. P. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada submetida ao processamento térmico e/ou à homogeneização à ultra-alta pressão.** 2010. 109 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MAWSON, A. J. Bioconservations for whey utilization and waste abatement. **Bioresource Technology**, v. 47, p. 195-203, 1994.

MCWATTERS, K. H. et al. Consumer-guided development of a peanut butter tart: implications for successful product development. **Food Qual. Prefer.**, Barking, v. 17, n. 6, p. 505-512, set. 2006.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3 ed. Boca Raton, FL: CRC Press, INC., 1999. 387p.

MELLO, E. M. **Obtenção e caracterização de concentrado proteico de soro de queijo, por ultrafiltração.** 1989. 118p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1989.

MESQUITA FILHO, J. A. **Fabricação de doce de leite.** In: SÉRIE IMPLANTAÇÃO MICROEMPRESA, 30. Fortaleza: NUTEC, 1985. 36p.

MILAGRES, M. P. et al. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 439-445, jul./ago., 2010.

MIZUBUTI, I.Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. **Revista Cultural e Científica da Universidade Estadual de Londrina**, v. 15, n. 3, p. 81-85, 1986.

MORENO, I. et al. Qualidade microbiológica de leites pasteurizados produzidos no Estado de São Paulo. **Indústria de Laticínios**, v. 12, p. 56-61, 1999.

MORO, O.; HOUGH, G. Total solids and density measurements of dulce de leche, a typical argentine dairy product. **J. Dairy Sci.**, Buenos Aires, Argentina, v. 68, p. 521-525, 1984.

- MOSQUIM, M. C. A. V. Propriedades funcionais do soro de queijo. In: ENCONTRO DIVITAL DE TECNOLOGIA DE LATICÍNIOS, 3., 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 1996.
- MOWLEM, A. Marketing goat dairy produce in the UK. **Small Rumin. Res.** 60, p. 207-213, 2005.
- MUNDO DA COR. **CIELAB ou L*a*b***. Disponível em: <www.mundodacor.com.br>. Acesso em: 06 set. 2013.
- MURPHY, S. Raw milk bactéria tests: Standard plate counts, preliminar incubation counts, lab pasteurized count, and coliform count. What do they mean fou your farm? In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL REGIONAL MEETING, 1997, Syracuse. **Proceedings...** 1997. p. 34-42.
- NERO, L. A. et al. Leite cru de quatro regiões leiteiras brasileiras: Perspectivas de atendimento dos requisitos microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa 51. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 191-195, 2005.
- NETO, B. A. M.; MACIEL, J. F.; CALDAS, M. C. S.; MAIO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Carcaterização do Soro de Leite caprino utilizado na Formulação de Pão de Forma. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 1., 2006, Bananeiras. **Anais...** Bananeiras, 2006.
- OLIVEIRA, M. **Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2007.
- OLIVEIRA, R. M. E. et al. Caracterização química de doces de leite comercializados a granel em Lavras/MG. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v. 65, n. 377, p. 5-8, nov/dez, 2010
- OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais.** 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2006.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal.** Porto Alegre, 2005. v. 2, 279 p.
- PAGNO, C. H. **Desenvolvimento de espessante alimentar para líquidos com valor nutricional agregado, destinados a indivíduos disfágicos.** 2009. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.
- PANDYA, A. J.; GHODKE, K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 193-206, 2007.
- PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 14, p. 151-159, 1994.

- PARK, Y. W.; GUO, M.R. Goat milk products: processing technology, types and consumption trends. In: PARK, Y.W., HAENLEIN, G.F.W. (Eds.). **Handbook of milk of non-bovine mammals**. England: Blackwell Publishers, Ames, Iowa/Oxford, 2006a. p. 59-106.
- PARK, Y. W.; GUO, M.R. Therapeutic and hypo-allergenic values of goat milk and implication of food allergy. In: PARK, Y.W., HAENLEIN, G.F.W. (Eds.). **Handbook of milk of non-bovine mammals**. England: Blackwell Publishers, Ames, Iowa/Oxford, 2006b. p. 121-136.
- PARK, Y. W.; HAENLEIN, G.F.W. Handbook of food products manufacturing. In: HUI, Y.H. (Ed.). **Goat milk, its products and nutrition**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007. p. 449-488.
- PAULETTI, M.S.; CASTELAO, E.; BERNARDI, M.C. Influence of soluble solids, acidity and sugar on the color of dulce de leche. **Food Science and Technology International**, v. 2, p. 45-49, 1996.
- PEDRERO, F.D.L.; PANGBORN, R.M. **Evaluación Sensorial de los Alimentos – Métodos Analíticos**. Alhambra Mexicana, 1989. p. 103-107.
- PERRONE, Í. T. et al. Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 379, p. 45-50, mar./abr. 2011.
- PRATA, L. F. et al. Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (SAANEN) região sudeste, Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 18, n. 4. Campinas. out./dez. 1998.
- REIS, G. L. Sistema de gestão ambiental em laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 308, n. 54, p. 35-47, 1999.
- REIS, J. S. et al. **Fabricação de derivados do leite como uma alternativa de renda ao produtor rural**. Boletim da UFLA. Disponível em: <<http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=Uso+de+soro+de+queijo+e+amido+de+milho+modificado+na+qualidade+do+doce+de+leite+pastoso.&start=10&sa=N>>. Acesso em: 03 jun. 2009.
- RENNER, E.; RENZ-SCHAUEN, A.; JUSTUS-LIEBIG. **Tabela de nutrição para laticínios**. Universität Gieben, 1986. Disponível em: <http://www.globalfood.com.br/site/site/arquivos/vs_mhp_Molkeprodukte_portug_26_07_06.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2011.
- RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 225–233, 2010.
- ROCHA, L. de O. F. et al. Avaliação físico-química e sensorial de doce de leite elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e soro de leite sabor café. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 251-259, 2012.

ROVEDO, C.O.; VIOLLAZ, P.E.; SUAREZ, C. The effect of pH and temper ature on the rheological behavior of Dulce de leche, a typical dairy Argentine product. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 5, p. 1497-1502, 1991.

SAGUY, I. S.; MOSKOWITZ, H. R. Integrating the consumer into new product development. **Food Technology**, Chicago, v. 53, n. 8, p. 68-73, 1999.

SANTOS, A. B. et al. Precisão de escalas de mensuração utilizadas em testes de aceitação. **Revista Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.4, p. 633-639, out./dez. 2009.

SANTOS, J. M. dos. **Leite cru refrigerado: características físico-químicas, microbiológicas e desenvolvimento de microrganismos psicrótróficos**. 2010. 55p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, 2010.

SIENKIEWICZ, T.; RIEDEL, C. L. Whey and whey utilization. **Th. Mann**, Germany, 1990.

SILVA, A. A. et al. Avaliação sensorial e intenção de compra de doce de leite com 2% e 4% de amido de milho. **Láctea: Revista Eletrônica do Curso de Tecnologia em Laticínios**, São Luís de Montes Belos, GO. [2005?]. Disponível em: <<http://www.slmb.ueg.br/antigo/lactea/lactea.pdf>>. Acesso em: 12 de jun. 2012.

SILVA, C. E. S.; CARVALHO, N. C.; GONÇALVES, T. C. C. O desenvolvimento do produto: soro de leite bovino no combate à desnutrição. In: ENEGEP, 23., 2003, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, MG, 2003.

SILVA, M. R. **Efeito de uma bebida láctea fermentada e fortificada com ferro no estado nutricional de ferro em pré-escolares**. 2000. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2000.

SILVA, N. da. et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVEIRA, E. O. et al. Caracterização físico-química do soro de leite de cabra submetido a diferentes tratamentos térmicos. In: SIMPÓSIO SOBRE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE LÁCTEOS, 23 e 24 de maio de 2013, ITAL, Campinas, SP. **Anais...** São Paulo, 2013.

SOARES JUNIOR, A. M.; MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n.1, p. 76-80, jan./abr. 2003

SOUSA, L. R. P. et al. Efeito da adição de caramelo na qualidade doo doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v. 37, n. 219, p. 17-20, jan./fev. 1982.

STEFFE, J.F. **Rheological Methods In Food Process Engineering**, 2 ed., Freeman Press, 1996, 418p.

- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic, 1985. p. 1-12, 58-86.
- SUAREZ, B.; FERREIROS, C. M. Psychrotrophic flora of raw milk: resistance to several common disinfectants. **Journal of Dairy Research**, London, v. 58, n. 1, p. 127-136, 1991.
- SUMNER, J. B. **Journal of Biological Chemistry**. v. 62, 285p., 1924.
- SZCZESNIAK, A. Classification on texture characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.
- TABILO-MUNIZAGA, G., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., Rheology For The Food Industry. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 147-156, 2005.
- TEBALDI, V. M. R. et al. Isolamento de Coliformes, Estafilococos e Enterococos de leite cru provenientes de tanques de refrigeração com expansão comunitários: identificação, ação lipolítica e proteolítica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 753-760, 2008.
- TEIXEIRA, A. M. et al. Agilizando a contagem de bactérias em leite cru brasileiro. **Indústria de Laticínios**, v. 4, p. 46-49, 2000.
- TEIXEIRA, S. R. **Pagamento do leite pela qualidade: estudo de caso**. 1993. 780p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1993.
- 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 de Alimentos) – Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 1998.
- VÉLEZ-RUIZ, J.F., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., Effects of concentration and temperature on the rheology of concentrated milk. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 40, p. 1113-1118, 1997.
- VITALI, A.A. **Comportamento reológico de purê de goiaba (psidium guajava l.) em função da concentração e temperatura**. 1981. 151f. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Química) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 1981.
- WANDER, A. E.; MARTINS E. C. Viabilidade econômica da caprinocultura leiteira. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRA, 4., 2004, Sobral, CE. **Anais...** Sobral, CE, 2004.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.; CASAGRANDE, M. Determinação simultânea de lactose e sacarose em doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 37, n. 222, p. 3-7, 1982.

YANG, S. T.; SILVA, E. M. Novel products and new technologies for use of a familiar carbohydrate, milk lactose. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 11, p. 2541-2562, 1995.

ZIMMERMANN, J. V. et al. **Propriedades físico-químicas, sensoriais e reológicas de doce de leite com goma xantana e concentrado protéico de soro**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. v. 13, n.3, p. 53-59.

ZOCC, R.; GOMES, A. T. Tendência do Mercado de Leite. **Agência de Informação. Árvore Hiperbólica**. EMBRAPA GADO DE LEITE, 2007. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01.html>>. Acesso em: 14 jun. 2008.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO PADRONIZADO

Análise Sensorial de Doce de Leite

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: _____

Com que frequência você consome doce de leite?

- () não consome
 () consome 1 ou 2 vezes por mês
 () consome 3 ou 4 vezes por mês
 () consome mais de 1 vez por semana
 () consome diariamente

Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Anote o valor da escala que melhor reflita seu julgamento para cada um dos atributos.

- 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

Amostra	Aceitação Global	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura (maciez)	Textura (adesividade)

Utilizando a tabela abaixo, assinale se você compraria este produto.

Intenção de Compra / Amostra		
Certamente compraria		
Provavelmente compraria		
Tenho dúvida se compraria		
Provavelmente não compraria		
Certamente não compararia		

Comentários e Sugestões:

ANEXO - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar de uma seção de Análise Sensorial de Doce de Leite, sob a responsabilidade da mestrandia Silvia Ainara Cardoso Agibert.

Nesta análise sensorial busca-se entender a percepção do provador ao consumir amostras de doce de leite desenvolvidas em um projeto de dissertação de mestrado.

Na sua participação você provará duas amostras de doce de leite e deverá responder a um questionário.

As amostras que serão oferecidas foram submetidas a análises microbiológicas e físico-químicas, e encontram-se seguras para consumo humano.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e/ou ganho financeiro por participar na pesquisa.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Seropédica, 19 de agosto de 2013.

Assinatura do Responsável pela Análise Sensorial

Eu, _____, aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa