

LÍVIA MARIA PINHEIRO LUIZ

**Avaliação do envase à quente de uma bebida láctea na
conservação a temperatura ambiente**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L953a
2008

Luiz, Lívia Maria Pinheiro, 1983-

Avaliação do envase à quente de uma bebida láctea na
conservação a temperatura ambiente / Lívia Maria Pinheiro
Luiz. – Viçosa, MG, 2008.

xv, 53f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Sebastião César Cardoso Brandão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 47-53.

1. Soro de leite. 2. Bebidas - Conservação. 3. Bebidas -
Vida de prateleira. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 637.1

LÍVIA MARIA PINHEIRO LUIZ

**Avaliação do envase à quente de uma bebida láctea na
conservação a temperatura ambiente**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 23 de julho de 2008.

Prof. Antônio Fernandes de Carvalho
(Co-orientador)

Prof^a. Nilda de Fátima Ferreira
Soares
(Co-orientador)

Dr^a. Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Prof.: Cláudio Furtado Soares

Prof. Sebastião César Cardoso Brandão
(Orientador)

Para ser grande, sê inteiro:

Nada teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és

No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda brilha,

Porque alta vive. (Fernando pessoa)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jacinto e Marli, pela dedicação e incentivo durante os meus estudos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Sebastião César Cardoso Brandão, pela orientação, confiança e apoio.

Aos professores conselheiros Antônio Fernandes de Carvalho e Nilda de Fátima Ferreira Soares, pela participação e pelas sugestões.

Aos professores participantes da banca, pela atenção e receptividade ao convite.

Aos demais professores de Departamento de Tecnologia de Alimentos por permitirem o uso de seus laboratórios e materiais.

A Emiliane, pela ajuda estatística.

À Patrícia e Marlize, pela alegria de tê-las como irmãs.

As amigas, Fernanda, Karynne, Júnia e Déborah pelas longas conversas, passeios e amizade verdadeira.

À Patrícia, pela ótima companhia todos esses anos, auxílio no desenvolvimento do trabalho e pela amizade.

Aos amigos do Laboratório de Pesquisa de Leite, Maurício, Adenilson, Ana Cláudia, Juliana, João e Iara pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho e pela amizade.

As amigas do Laboratório de Higiene, pelo auxílio e convivência agradável.

Aos amigos do forró, pelas viagens nos feriados, lual e jogo de baralho nos fins de semana.

Ao Vinícius, pela agradável companhia e atenção nas horas difíceis.

Aos funcionários do DTA e Laticínios-Escola (UFV-FUNARBE), pelo auxílio na concretização deste trabalho.

A todos, que de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

LÍVIA MARIA PINHEIRO LUIZ, filha de Jacinto Luiz e Marli Pinheiro Luiz, nasceu em Ubá, Minas Gerais, em 23 de janeiro de 1983.

Em maio de 2002, iniciou o curso de Ciência e Tecnologia de Laticínios na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em outubro de 2006.

Em outubro do mesmo ano, ingressou-se no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, tendo defendido a dissertação em 23 de julho de 2008.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Soro de leite.....	4
2.1.1. Composição do soro de leite.....	6
2.1.2. Destino do soro de leite dos laticínios em Minas Gerais.....	8
2.2. Bebida láctea.....	9
2.2.1. Bebidas fermentadas.....	11
2.3. Influência do pH na resistência térmica dos microrganismos.....	12
2.4. Processamento térmico.....	15
2.4.1. Envase à quente.....	16
2.5. Tecnologia de barreiras.....	18
2.6. Embalagens plásticas.....	19
2.7. Vida-de-prateleira.....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1. Testes preliminares.....	24
3.1.1. Escolha das embalagens.....	25
3.1.2. Ajuste do pH e teor de açúcar da bebida láctea.....	25

3.1.3. Avaliação do estabilizante.....	25
3.1.4. Avaliação do agente acidulante.....	26
3.2. Elaboração do produto.....	26
3.2.1. Preparo do iogurte.....	26
3.2.2. Preparo do soro.....	27
3.2.3. Preparo da bebida láctea tratada termicamente após a fermentação.....	27
3.2.4. Caracterização físico-química da bebida láctea fermentada	28
3.3. Avaliação da vida-de-prateleira.....	29
3.3.1. Análise de separação de fases.....	29
3.3.2. Análises físico-químicas.....	29
3.3.2.1. Valor de pH.....	29
3.3.2.2. Acidez titulável.....	29
3.3.3. Análises microbiológicas.....	30
3.3.3.1. Contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios.....	30
3.3.3.2. Contagem de fungos filamentosos e leveduras.....	30
3.3.4. Análise sensorial.....	30
3.4. Análises estatísticas.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Testes preliminares.....	33
4.2. Aparência geral da bebida láctea.....	35
4.3. Caracterização físico-química da bebida láctea fermentada	35
4.4. Acompanhamento da vida-de-prateleira.....	36
4.4.1. Análise de separação de fases.....	37
4.4.2. Análises físico-químicas.....	37
4.4.2.1. Variação do pH durante a estocagem.....	37
4.4.2.2. Acidez titulável.....	39
4.4.3. Análises microbiológicas.....	40
4.4.3.1. Contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios.....	40

4.4.3.2. Contagem de fungos filamentosos e leveduras....	41
.....	41
4.4.4. Análise sensorial.....	43
5. CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção anual de soro no Brasil entre 2000 a 2008.....	5
Figura 2: Destino do soro por volume diário nos laticínios em Minas Gerais	9
Figura 3: Receita líquida de vendas nos diferentes segmentos da indústria brasileira de embalagens em 2007 (ABRE, 2007).....	22
Figura 4: Fabricação da bebida láctea tratada termicamente após fermentação e seu envase a quente	28
Figura 5: Escala hedônica de nove pontos, usada para avaliar amostras da bebida láctea tratada termicamente	31
Figura 6: Bebida láctea envasada a quente. A: produto envasado a 68 °C por 12 minutos (garrafa sem deformação). B: produto envasado a 71 °C por 12 minutos (garrafa deformada).....	34
Figura 7: Bebida láctea tratada termicamente após fermentação, envasada a quente em garrafas PET de 250 mL.....	35
Figura 8: Evolução nas médias e desvio-padrão obtidos na avaliação sensorial da bebida láctea durante o tempo de estocagem à temperatura ambiente.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Composição média do soro doce	4
Quadro 2: Composição dos ingredientes usados na fabricação da bebida láctea	26
Quadro 3: Resultado da média das análises físico-químicas da bebida láctea fermentada, soro de leite e iogurte, e seu respectivo desvio padrão.....	36
Quadro 4: Formação de sedimento na bebida ao longo do período de estocagem.....	37
Quadro 5: Valores de pH durante o tempo de armazenamento das três repetições da bebida láctea.....	38
Quadro 6: Resumo da análise de regressão para valor do pH da bebida láctea durante o período de estocagem.....	38
Quadro 7: Valores de acidez titulável em ácido láctico durante o tempo de armazenamento das três repetições da bebida láctea.....	39
Quadro 8: Resumo da análise de regressão para valor de acidez da bebida láctea durante o período de estocagem.....	39
Quadro 9: Média da contagem da população de mesófilos aeróbios da bebida láctea durante o armazenamento das três repetições da bebida láctea	40
Quadro 10: Resumo da análise de regressão para contagem de mesófilos aeróbios da bebida láctea durante o período de estocagem.....	40

Quadro 11: Média da contagem da população de fungos filamentosos e leveduras da bebida láctea durante o armazenamento das três repetições da bebida láctea41

Quadro 12: Resumo da análise de regressão para contagem de fungos filamentosos e leveduras da bebida láctea durante o período de estocagem42

RESUMO

LUIZ, Livia Maria Pinheiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008. **Avaliação do envase à quente de uma bebida láctea na conservação a temperatura ambiente.** Orientador: Sebastião César Cardoso Brandão. Co-orientadores: Antônio Fernandes de Carvalho e Nilda de Fátima Ferreira Soares.

Foi avaliado o efeito do envase à quente de uma bebida láctea tratada termicamente após fermentação, e sua conservação à temperatura ambiente, por até 90 dias. Durante o processamento da bebida láctea fermentada, utilizou-se um tratamento térmico brando aliado ao baixo pH para que a bebida pudesse ser armazenada a temperatura ambiente. Garrafas PET de 250 mL foram utilizadas para o envase a quente do produto. Buscou-se um procedimento alternativo e de baixo custo, como é o caso do envase a quente e da utilização de garrafas PET, que pode ser facilmente implantado em uma indústria de laticínios. Para avaliar a estabilidade do produto durante o armazenamento, foram realizadas, periodicamente, análises visuais, físico-químicas (pH e acidez), microbiológicas (microrganismos mesófilos aeróbios e fungos e leveduras) e análise sensorial. Para avaliar os resultados, foram realizadas análise de regressão, com auxílio do programa *Statistical Analysis System* (SAS).

Constatou-se que a bebida láctea manteve-se estável, com relação às análises físico-químicas e microbiológicas. Após 42 dias de estocagem houve a formação de um pequeno sedimento, mas era desfeito com a agitação do produto. A análise sensorial foi influenciada ao longo do armazenamento, com uma pequena queda na aceitação pelos provadores. Esta variação do sabor pode ser associada a modificação do aroma, já que ele foi adicionado na bebida ainda quente. Pôde-se concluir que a bebida é uma boa forma para a utilização do soro de leite, o seu processamento de baixo custo, assim como as embalagens plásticas utilizadas para o envase. Uma grande vantagem deste produto é o seu armazenamento a temperatura ambiente, dispensando o uso da refrigeração durante o transporte e acondicionamento em supermercados.

ABSTRACT

LUIZ, Livia Maria Pinheiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2008.
Evaluation of the hot-filling of dairy beverage in the conservation at room temperature Adviser: Sebastião César Cardoso Brandão. Co-advisers: Antônio Fernandes de Carvalho and Nilda de Fátima Ferreira Soares.

It was evaluated the effect of hot-filling of a dairy beverage thermally treated after fermentation and its conservation at room temperature up to 90 days. During processing of the dairy beverage fermented, it was used a light heating associated with low pH to storage of the dairy beverage at room temperature. PET bottles were used to hot filling of the product. The objective was find out a alternative procedure of low cost as hot filling and utilization of PET bottles, that can be introduced in a dairy beverage. To evaluate the stability of product during storage, were performed, periodically, visual, physical-chemistry, microbiological and sensorial analysis. The results were evaluated by regression analysis in a Statistical Analysis System (SAS). The results showed that the dairy beverage stayed stability with relation to both physical-chemistry and microbiological analysis. After 42 days there was a little sedimentation, but it was solved by agitation of product. The sensorial analysis showed that acceptation had reduced during storage. This change in taste can be associated with aroma because its addition was added in

heated product. It was concluded that dairy beverage is one good way of utilizing cheese whey because its low cost processing and using PET bottle filling. One the most advantage of this product is its storage at room temperature. Because of this, the refrigeration during transport and commercialization it is not necessary.

1. INTRODUÇÃO

No agronegócio mundial e no Brasil, entre os derivados do leite, o queijo é o que representa o maior volume de produção. De acordo com projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2008) a produção mundial deverá aumentar de 14,9 milhões de toneladas em 2007 para 17,8 milhões em 2016.

O soro é a parte líquida do leite resultante da produção de queijos. No Brasil, esse subproduto vem sendo produzido em quantidades cada vez maiores associado ao incremento do consumo de queijos. Ao considerar-se a fabricação de 1 kg de queijo são gerados aproximados 9 kg de soro (KOSIKOWSKI, 1979).

O soro de leite bovino é um subproduto da manufatura de queijo ou caseína caracterizado por sua funcionalidade e valor biológico. O soro contém mais da metade dos nutrientes do leite, os quais são representados por proteínas, sais, vitaminas, lactose e enzimas. As características nutricionais e funcionais das proteínas do soro de leite estão relacionadas com a sua composição e estrutura e função biológica. Nos últimos anos observou-se crescente interesse pela qualidade nutricional dessas proteínas, para seu uso em aplicações nutricionais, como fórmulas enterais e infantis, na forma de proteínas íntegras ou pré-digeridas, visando ganho de peso e recuperação do estado nutricional, para pacientes pós-cirúrgico, geriátricos e imobilizados (DE WIT, 1998; CAPITANI, 2004).

Entretanto, o soro de leite no Brasil ainda não é reconhecido como uma matéria-prima com excelentes propriedades nutricionais, visto que um grande volume de soro produzido não recebe o tratamento adequado, sendo desperdiçado sob a forma líquida em efluentes, gerando prejuízos sociais, econômicos e ambientais. Uma importante fonte de proteínas e lactose a um baixo custo poderia ser mais bem aproveitada gerando empregos diretos e indiretos, aumentando a renda dos empresários do ramo e criando maior circulação de capitais, além de diminuir os custos com tratamento de efluentes e danos ambientais (OLIVEIRA, 2006).

Pesquisas foram desenvolvidas em diversos países visando criar opções para a utilização do soro de leite, evitando assim que funcione como agente de poluição ambiental associado à sua alta demanda biológica de oxigênio (DBO) (ALMEIDA et al, 2001).

Nos últimos anos tem-se observado um grande aumento na produção de bebidas lácteas produzidas pela mistura de iogurte e soro de leite, entre outros ingredientes. Este aumento é devido a uma imagem saudável do produto, valor nutritivo, sabor refrescante e principalmente baixo custo.

Os produtos lácteos fermentados são de um modo geral, benéficos à saúde humana, característica acompanhada da ampla aceitação que têm devido às suas propriedades organolépticas.

Além disso, a produção de bebida láctea tem um menor custo de produção para o fabricante e conseqüente redução no preço final para o consumidor. Um novo produto, além de atender as necessidades dos consumidores, deve também gerar lucro para o produtor.

Em razão da facilidade no transporte e armazenamento, há um aumento na procura, pelo mercado, de produtos estáveis à temperatura ambiente. No entanto, para obter-se produtos cuja comercialização possa ser feita sem a necessidade da cadeia de frio, estes precisam receber processos de industrialização adequados para torná-los estáveis quanto às alterações microbiológicas e enzimáticas.

Porém, alguns dos métodos de conservação podem se tornar inviáveis pelo alto custo de instalações industriais ou do armazenamento. Dessa forma, o enchimento de embalagens com o produto ainda quente torna-se uma alternativa, pois é um processo simples e que não requer alto

investimento de equipamentos. O envase a quente, sob determinadas condições, promove a esterilização comercial das embalagens evitando a deterioração de natureza microbiana dos produtos e estendendo a vida-de-prateleira à temperatura ambiente.

As embalagens plásticas podem ser utilizadas para o enchimento a quente, pois apresentam muitas vantagens, dentre as quais podem ser citadas: a sua leveza, maior resistência mecânica e propriedades de barreira, transparência, diversidade de formatos e facilidade de manuseio. No final da década de 80, surgiu no mercado brasileiro a utilização de garrafas plásticas produzidas com a resina de polietileno tereftalato, mais conhecida como PET. O PET apresenta boas características de resistência ao impacto, reduzida permeabilidade ao oxigênio, reciclável, baixo peso entre outras.

Considerando as características da garrafa PET e seu consumo crescente no mercado brasileiro, torna-se importante avaliar a possibilidade de aplicar esse tipo de embalagem para o acondicionamento de bebida láctea fermentada, que também apresenta um grande potencial de consumo.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito do envase à quente de uma bebida láctea tratada termicamente após a fermentação, na sua conservação à temperatura ambiente por até 90 dias.

Os objetivos específicos foram:

- Aplicar e avaliar uma combinação de técnicas de conservação em uma bebida láctea;
- Adaptar o processamento da bebida láctea para sua conservação a temperatura ambiente, ajustar teor de açúcar e valor de pH;
- Avaliar as propriedades físico-químicas e microbiológicas durante a estocagem da bebida láctea à temperatura ambiente por 84 dias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Soro de leite

O soro de leite é resultante da separação da massa coagulada durante a fabricação de queijos. O soro apresenta uma composição variada, sendo afetada pelo tipo de queijo de que se origina, pelo tratamento térmico e pelo manuseio dentro da indústria (SANTANA et al., 2005). Este produto representa de 85 a 90 % do volume original do leite, e retém 55 % de seus nutrientes, dentre eles a lactose (4 a 5 %) e proteínas (0,6 a 0,7 %) (SERPA, 2005).

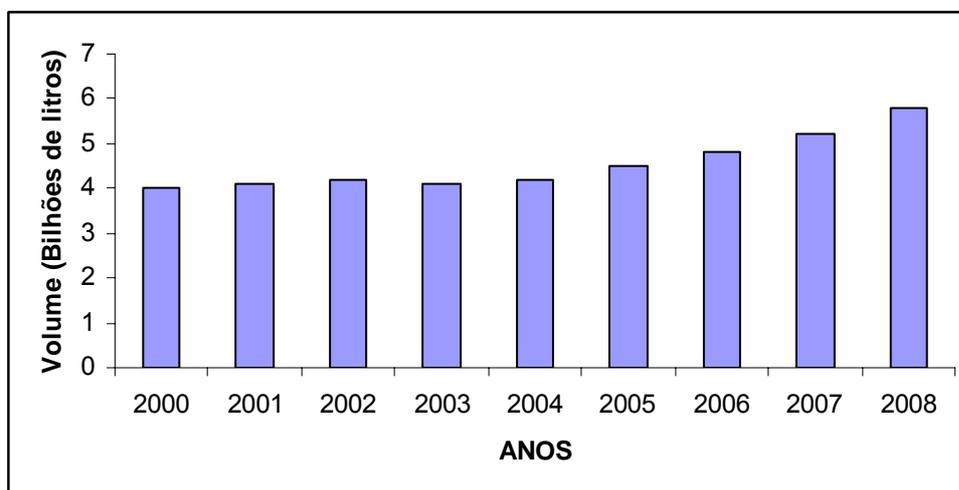
O soro e seus derivados são muito usados para alimentação humana na Europa, Estados Unidos, Austrália, Canadá e Nova Zelândia. Estes países processam este subproduto reconhecendo-o como ingrediente funcional agregando valor à linha de produção da indústria láctea (ANTUNES, 2003). No Brasil, os dados sobre a disponibilidade do soro de leite são imprecisos, sendo usado, muitas vezes, na adulteração de produtos, ou apenas para alimentação animal (ANTUNES, 2003; PAULA, 2005).

HOLSINGER et al. (1974) relataram que o soro é usado para produção de diversas bebidas onde são adicionados sucos de frutas, como tomate, morango e pêra, além do uso na produção de bebidas fermentadas

não-alcoólicas, alcoólicas e com baixo teor de álcool, como exemplo, cerveja e vinhos.

A utilização do soro como matéria-prima é importante, sob o ponto de vista econômico e nutricional devido seu alto valor biológico e alta digestibilidade. Além disso, apresenta perfil de aminoácidos essenciais equilibrado, ausência de substâncias tóxicas, sabor e aroma suaves (PORTO et al., 2005).

O soro de leite quando não aproveitado e descartado como efluente industrial em um curso de água provoca grande efeito poluidor em função do consumo de oxigênio da água. A gravidade da poluição associada ao soro lácteo vem do fato que ele apresenta uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) muito alta. A DBO_5 de um litro de soro varia de 30000 a 60000 $mg.L^{-1}$ (MACHADO et al., 2002). Uma fábrica com uma produção média equivalente a 10.000 litros de soro polui o equivalente a uma população de 5.000 habitantes (SANTOS et al., 2001). No Brasil, o volume estimado de queijo produzido para o ano de 2008 é de 640.000 toneladas (Figura 1), o que corresponde a uma produção de, aproximadamente, 5.760.000 toneladas de soro (EMBRAPA, 2008).



Fonte: Embrapa Gado de Leite (2008)

Figura 1: Produção anual de soro no Brasil entre 2000 a 2008.

A alta percentagem de água presente no soro de leite aumenta muito o custo de sua desidratação, e o fato de ser perecível agrava o problema, o

que impossibilita seu armazenamento prolongado (ALMEIDA et al., 2001; HOSSEINI et al., 2003).

As principais proteínas presentes no soro, α -lactoalbuminas e β -lactoglobulinas, são extremamente valiosas do ponto de vista nutricional e podem ser equiparadas às proteínas do ovo. O soro possui também boas concentrações de cálcio, sódio, magnésio, potássio e fósforo, além de ser rico em vitaminas hidrossolúveis como a riboflavina, o ácido pantotênico, a tiamina, a piridoxina e o ácido ascórbico (MACHADO et al., 2002).

2.1.1. Composição do soro de leite

O soro de leite bovino, fluido obtido após a transformação da caseína em queijo ou sua remoção para a produção de caseína ou outros ingredientes, consiste de uma mistura complexa de proteínas globulares (~0,6 %), lipídios, minerais e lactose, em água (93 %) (FOEGEDING et al., 2002).

O soro contém mais do que a metade dos sólidos presentes no leite original integral, incluindo 20 % das proteínas, e ainda lactose, minerais e vitaminas hidrossolúveis (BOUMBA et al., 2001).

A natureza do soro depende do tipo de queijo que lhe dá origem. Basicamente, há três tipos de soro láctico: o soro doce, que é obtido da fabricação de queijos tipo mussarela, minas, cheddar, suíço, prato, e similares; o soro ácido, obtido da fabricação de queijos tipo “cottage”; e o “soro desproteinado”, obtido a partir da coagulação das proteínas a quente (90°C) na fabricação de ricota (PAULA, 2005). Os principais componentes do soro doce estão listados no Quadro 1.

Quadro 1: Composição média do soro doce

Componentes	Quantidade (% e mg/L)
Água	93,4 ± 0,4 %
Extrato Seco Total (EST)	6,6 ± 0,4 %
Gordura	0,4 ± 0,2 %
Extrato Seco Desengordurado (ESD)	
Proteína	0,8 ± 0,3 %
Lactose	4,9 ± 0,1 %
Minerais	1,6 ± 0,1 %
Sódio	0,13 %
Potássio	0,14 %
Cálcio	0,12 %
Fósforo	0,10 %
Nitrato	45 mg/L
Ferro	1 mg/L

Fonte: SILVA & TREICHEL, 2006

O soro de leite contém uma mistura de várias proteínas. São na sua maioria proteínas globulares que conferem muitas das suas propriedades funcionais (TULLIO, 2007). As principais proteínas são α -lactoalbumina e β -lactoglobulina que correspondem a, aproximadamente, 70 % a 80 % das proteínas totais do soro (MORR & HÁ, 1993).

Essas proteínas, na forma de isolados protéicos, vêm sendo extensivamente incorporadas em alimentos industrializados ou formulados, fórmulas infantis e congelados porque melhoram a estrutura e a textura desses alimentos. Suas funcionalidades, como a formação de espuma, emulsificação e geleificação, têm sido amplamente estudadas e aplicadas (FOEGEDING et al., 2002).

As proteínas do soro apresentam características interessantes, que melhoram o funcionamento do sistema imunológico do indivíduo, além de compostos que auxiliam a digestão (MELO, 2002).

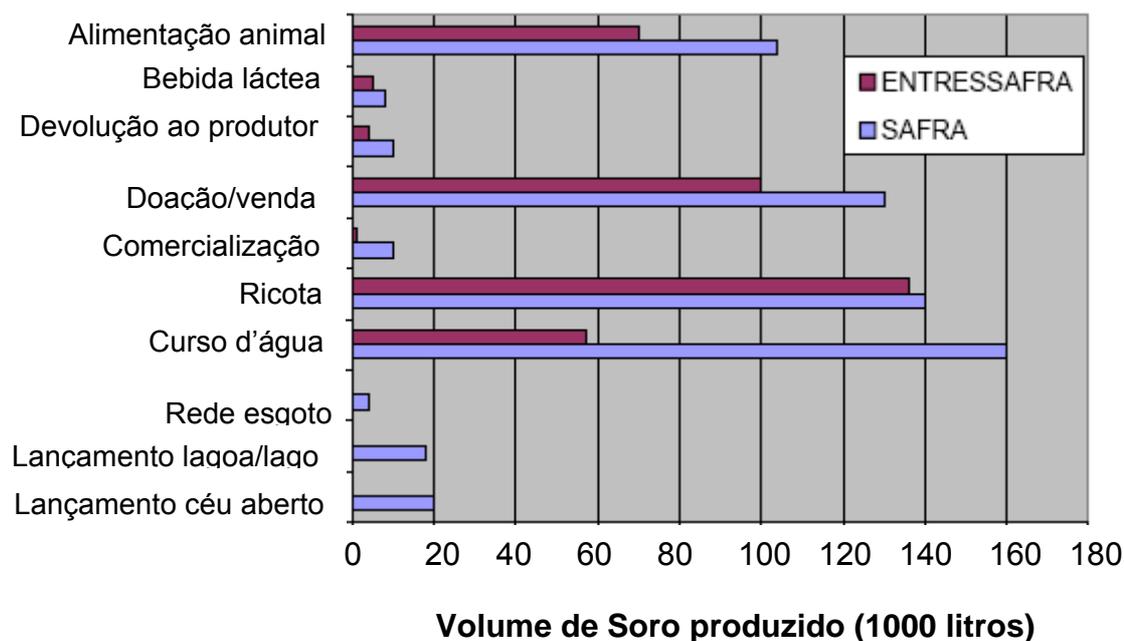
Para a indústria farmacêutica, a aplicação do potencial do soro é a utilização de proteínas fracionadas de alto valor biológico, dietético e fisiológico. Na indústria cosmética poderiam ser utilizados, pois seus componentes são altamente hidratantes e de alta absorção pela pele. O permeado do soro também pode ser utilizado na produção de plásticos biodegradáveis, para indústria química (GALLINA, 1997).

Novas formas de utilização de soro de leite vêm sendo desenvolvidas pela indústria em geral, entretanto ainda é na indústria de alimentos que este produto é mais empregado. Dentre as variadas formas de utilização de soro de leite na indústria de laticínios está a formulação de novos produtos na forma líquida, como por exemplo, a bebida láctea fermentada (OLIVEIRA, 2006).

2.1.2. Destino do soro de leite dos laticínios em Minas Gerais

O destino do soro pelas indústrias requer atenção especial, uma vez que os tratamentos em estação de tratamento de esgoto são caros e pouco eficazes para o soro diretamente eliminado. Uma carga muito alta de matéria orgânica poderia, muitas vezes, inviabilizar a implantação de reatores biológicos, pelo aumento nos custos de construção (HOMEM, 2004).

Na Figura 2, encontram-se os destinos observados em função da produção diária e do número de indústrias, sendo que na safra estas indústrias produzem diariamente em torno de 590.000 l de soro de leite.



Fonte: Minas Ambiente/CETEC, 1998.

Figura 2: Destino do soro por volume diário nos laticínios em Minas Gerais.

2.2. Bebida Láctea

A composição do soro de leite confere-lhe propriedades nutricionais e de funcionalidade que tornam sua utilização de interesse em diferentes aplicações na indústria alimentícia (SEVERO, 1995).

A utilização de soro de leite na elaboração de bebidas lácteas constitui-se numa forma racional de aproveitamento deste produto que apresenta excelente valor nutricional (ALMEIDA et al., 2001); e como essas bebidas lácteas contêm proteínas, gorduras, lactose, minerais e vitaminas, são consideradas bastante nutritivas (THAMER & PENNA, 2006).

Bebidas lácteas formuladas com soro representam 32,8 % do iogurte e outras bebidas à base de leite fabricadas no Brasil (PENNA et al., 2003). Na última década observou-se uma grande expansão no volume fabricado de iogurte e bebidas lácteas que são feitas pela mistura de iogurte e soro de leite (PENNA et al., 2003).

PAULA (2005) elaborou uma bebida pasteurizada carbonatada à base de soro de leite obtido da fabricação de queijo Minas Padrão ou Mussarela. Ele avaliou a estabilidade do produto estocado a temperatura ambiente por 90 dias. Os resultados revelaram ser um produto estável, quando armazenado à temperatura ambiente, sendo, portanto, adequado para o consumo. A bebida ainda apresentou-se homogênea, com gosto ácido e sensação refrescante durante todo o tempo de estocagem.

Bebidas a base de soro podem ser classificadas em 4 categorias de acordo com o modo pelo qual a fração das proteínas é processada e a adição de microrganismos para fermentar o soro: (1) bebidas produzidas com soro integral, basicamente uma mistura de soro e suco ou polpa de frutas, (2) bebidas de soro desproteïnadas não alcoólicas, fermentadas ou não, (3) bebidas de soro alcoólicas como cerveja e vinho, e (4) bebidas de proteínas de soro (HOLSINGER, 1974).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea define Bebida Láctea como “o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. Este mesmo regulamento define Bebida Láctea tratada termicamente após fermentação como o produto descrito como “Bebida Láctea, adicionado de cultivo de microrganismos ou de produtos lácteos fermentados e posteriormente submetido a tratamento térmico adequado” (BRASIL, 2005).

A secagem para obtenção do soro em pó utiliza equipamentos que não estão disponíveis nos laticínios de pequeno e médio porte, por necessitar de alto investimento para compra de equipamento e mão-de-obra especializada para a operação. Por outro lado, a elaboração de bebidas com soro líquido envolve equipamentos e acessórios comuns, encontrados na maioria dos laticínios. Portanto, a fabricação de bebidas lácteas no Brasil usando soro líquido como ingrediente tornou-se uma opção atrativa (SIVIERI & OLIVEIRA, 2002).

2.2.1. Bebidas fermentadas

A fermentação do leite é uma prática antiga do homem. A maioria dos leites fermentados é produzida utilizando-se como matéria-prima o leite de vaca, entretanto leites de outras espécies animais também têm sido utilizados. O seu consumo é crescente, o que incentiva a melhoria de tecnologia e da qualidade desses produtos (OLIVEIRA, 2006).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados define leites fermentados como sendo os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade (BRASIL, 2007).

A formação do ácido láctico em produtos fermentados é desejável, pois este é um conservante natural, o que torna o produto biologicamente seguro, além de favorecer a digestibilidade dos componentes do leite (OLIVEIRA, 2006).

Os microrganismos envolvidos na produção de alimentos atuam parcialmente sobre um ou mais dos componentes básicos dos alimentos: hidratos de carbono, proteínas e gorduras, mas nunca de maneira total sobre estes componentes. As modificações que os microrganismos produzem no leite influenciam suas propriedades físico-químicas e seu valor econômico. As modificações físico-químicas são manifestadas por meio de alterações de “flavor”, textura e valor nutritivo (FERREIRA, 2001).

As bactérias ácido-láticas são utilizadas para a produção e preservação de alimentos. A fermentação do leite, além de aumentar o seu período de conservação, proporciona maior biodisponibilidade dos seus nutrientes. Alguns microrganismos possuem ainda a capacidade de alterar a microbiota intestinal e de promover alterações benéficas à saúde humana e animal (KIM & GILLILAND, 1993).

SANTOS et al.(2006) desenvolveram uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu, com quatro diferentes concentrações de soro de leite (20 %, 40 %, 60 % e 80 % de soro). Foram avaliadas as características físico-químicas e análise sensorial. Não houve diferença significativa entre três das quatro formulações de bebida láctea. O produto apresentou boa aceitação sensorial. As análises físico-químicas não apresentaram diferenças estatísticas entre as formulações.

SILVA (2000) elaborou uma bebida láctea fermentada à base de soro e fortificada com ferro, e avaliou sua eficiência na recuperação do estado nutricional de ferro em crianças em idade pré-escolar. O produto constituiu de leite (58 %), soro de leite (24,8 %), e foi fermentado por cultura de iogurte e adicionado de cultura probiótica, *Lactobacillus acidophilus* a 1,2 %. Foram acrescentados 7 % de polpa de fruta e 8,2 % de sacarose. A esse produto foi adicionado ferro aminoácido quelato (0,0002 %). A bebida apresentou boa aceitação sensorial por pré-escolares, com média de 7,1, ou seja, 78 % do valor máximo da escala hedônica facial de três pontos.

A aceitação destes lácteos deve-se, em grande parte, às características organolépticas de aroma e consistência, conferidas pela utilização de culturas lácticas apropriadas ou de aromas e polpa de frutas adicionadas na sua composição. A produção destas bebidas lácteas vem ganhando uma importante fatia do mercado de produtos lácteos em razão de seu valor nutritivo sendo uma importante fonte de cálcio e proteínas, do baixo custo de produção e do preço final para o consumidor (SEVERO, 1995; THAMER e PENNA, 2006).

2.3. Influência do pH na resistência térmica dos microrganismos

Microrganismos são mais resistentes ao calor nos seus pH ótimos de crescimento, os quais geralmente são próximos de 7,0. Quando o pH é diminuído ou aumentado do seu valor ótimo, existe um conseqüente aumento na sensibilidade ao calor. Este fato é considerado uma vantagem nos processamentos térmicos de alimentos altamente ácidos, nos quais

consideravelmente menos calor é aplicado para alcançar a esterilização, em comparação com alimentos próximos da neutralidade (JAY, 2005).

O pH do meio de aquecimento é reconhecido como um dos fatores mais importantes que influencia a resistência térmica de bactérias. Microrganismos usualmente têm uma resistência térmica máxima em valores de pH próximos a neutralidade; um decréscimo no pH do meio de aquecimento usualmente resulta num decréscimo do valor *D*, tempo necessário para a população decrescer 90 % a uma temperatura constante (JUNEJA & NOVAK, 2003).

Microrganismos apresentam faixas ótimas de pH externo requerido para crescimento e sobrevivência. Assim a acidificação é freqüentemente efetiva para controlar o crescimento microbiano. Microrganismos são geralmente mais sensíveis a mudanças no pH interno que no pH externo, embora mudanças significantes em qualquer um conduzirão a perda de viabilidade (BEALES, 2004).

Um pH adverso influencia pelo menos dois aspectos de uma célula microbiana viva: o funcionamento de suas enzimas e o transporte de nutrientes para o interior da célula (JAY, 2005).

De acordo com o pH, os alimentos podem ser genericamente classificados em alimentos de baixa acidez ($\text{pH} > 4,6$) e alimentos ácidos ($\text{pH} < 4,6$) (SILVA, 2004).

A resistência térmica de bactérias é influenciada por variações genéticas entre espécies, status fisiológico das células e fatores ambientais como pH, atividade de água, concentração de sal e aditivos (CASADEI et al., 2000).

Em estudos foi constatado que a resistência térmica de *Bacillus* e *Clostridium* é dependente do pH (LOPEZ et al., 1994; MAZAS et al., 1998).

SILVA et al. (1999) e SPINELLI (2006) estudaram a resistência térmica de esporos de *Alicyclobacillus acidoterrestris*. De acordo com a pesquisa de ambos os autores, os esporos geralmente são mais resistentes em soluções com pH ligeiramente superior ao seu ótimo, e sua resistência térmica diminui marcadamente à medida que o pH do meio diminui.

Em estudos feitos com *Bacillus stearothermophilus* constatou-se que este microrganismo teve uma termoresistência máxima em pH 7, diminuindo com o decréscimo do pH. LOPEZ et al. (1994) observaram que quanto menor o pH, menor a resistência deste microrganismo.

CASADEI et al. (2000) estudaram a resistência térmica de microrganismos patogênicos e deterioradores em relação ao pH, e concluíram que este fator era efetivo na redução da resistência térmica das bactérias. Eles concluíram também que o efeito da temperatura na resistência térmica de células expressas como valor z foi menor em um menor valor de pH.

MANÃS et al. (2002) estudaram a inativação térmica de *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 em diferentes valores de pH em diferentes temperaturas de crescimento. Eles concluíram que a resistência térmica desta bactéria foi máxima em pH 6,0 e a acidificação do meio de aquecimento para pH 4,0 diminuiu o tempo de redução decimal de 2,2 para 0,98 minutos. A magnitude do efeito da mudança do pH do meio de aquecimento foi similar ao que foi observado por autores para células vegetativas de *Listeria monocytogenes* (PAGÃN et al., 1998) ou *Yersinia enterocolitica* (PAGÃN et al., 1999).

Estudo envolvendo *B. cereus* (MAZAS et al., 1998) indicou que a acidificação, de pH 7 para pH 4, causou uma redução de 5 vezes no valor *D*, e que a relação entre pH e resistência térmica expressa como \log_{10} do valor *D* foi linear.

PONTIUS et al. (1998) analisaram o efeito do pH e da temperatura sobre a sobrevivência de *Alicyclobacillus acidoterrestris*, utilizando como parâmetro de referência a variável *D*. Eles concluíram que o tipo de ácido orgânico, málico, cítrico ou tartárico não influenciou significativamente a resistência dos esporos de *Alicyclobacillus acidoterrestris* ao calor. No mesmo estudo, verificou-se ainda que a concentração de íons de hidrogênio influencia significativamente a resistência ao calor dos esporos para a menor temperatura de trabalho, considerando as temperaturas de 91°C, 94°C e 97°C utilizadas em seus experimentos. A 91°C e valores de pH de 3,1 e 3,7, os valores *D* foram 31,3 e 54,3 minutos, respectivamente. Em contrapartida,

mantendo-se os mesmos valores de pH, a uma temperatura de 97°C os valores de *D* foram de 7,9 e 8,8 minutos. Os autores demonstraram que o pH do meio de esporulação influencia a resistência térmica do esporo, sendo que valores mais altos de pH podem ocasionar uma resistência maior ao calor.

2.4. Processamento térmico

O tratamento térmico é um dos métodos mais importantes utilizados no processamento de alimentos, pelos efeitos desejáveis sobre a qualidade sensorial, e sobre a conservação dos alimentos por meio da destruição de enzimas, microrganismos, insetos e parasitas (FELLOWS, 2006).

Comparado com outros tipos de esterilização, o tratamento térmico é mais eficiente, pois além de inativar microrganismos, inativa enzimas associadas à deteriorização dos alimentos durante a sua estocagem. O tratamento térmico tem ainda outras vantagens como aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes como aumento da digestibilidade de proteínas, destruição de fatores antinutricionais e promover a capacidade de produção de alimentos com uma vida de prateleira prolongada (FELLOWS, 2006).

Dentre os tratamentos térmicos mais utilizados em tecnologia de alimentos, destacam-se a pasteurização e a esterilização.

A pasteurização é um tratamento térmico relativamente brando, no qual o alimento é aquecido a temperaturas menores que 100°C. Em muitos processos de pasteurização o alimento é aquecido em temperaturas entre 60 °C e 80 °C por alguns segundos ou mais, de acordo com a resistência térmica do microrganismo que se deseja inativar.

Em alimentos de baixa acidez, $\text{pH} > 4,5$, a pasteurização é utilizada para minimizar possíveis riscos à saúde associados à contaminação com microrganismos patogênicos e para aumentar a vida de prateleira por diversos dias. Em alimentos ácidos, $\text{pH} < 4,5$, a pasteurização é utilizada para aumentar a vida de prateleira por vários meses pela inativação de microrganismos deteriorantes e/ou pela inativação de enzimas (FELLOWS, 2006). Os produtos pasteurizados podem conter microrganismos capazes de

causar deteriorações, o que limita a estocagem destes produtos comparado aos produtos comercialmente estéreis. Por isso, a pasteurização é frequentemente utilizada associada a outros métodos de conservação, como o uso da refrigeração e a redução do pH.

A esterilização pelo calor é o processo pelo qual o alimento é submetido a temperaturas superiores a 100°C, por tempo suficiente para inativar esporos de microrganismos e enzimas. Como resultado, a vida de prateleira dos alimentos pode ser maior que seis meses em temperatura ambiente (SILVA, 2005).

A esterilidade comercial refere-se a um tratamento térmico que inativa todos os microrganismos patogênicos e produtores de toxina e microrganismos deterioradores que possam crescer sob condições normais de estocagem. Os alimentos comercialmente estéreis podem conter um pequeno número de microrganismos e esporos viáveis que, no entanto, não multiplicam-se no alimento, o que traz segurança para o consumidor.

Dentre os fatores que podem influenciar a qualidade de um produto processado termicamente, pode-se considerar o desenvolvimento microbiano, a temperatura de estocagem, a disponibilidade de oxigênio, e a característica de barreira do sistema de embalagem (SILVA, 2004).

2.4.1. Envase à quente

Diferentes tecnologias de conservação são estudadas a fim de inibirem a ação enzimática e garantirem a estabilidade microbiológica de alimentos, com o intuito de fornecer ao consumidor um produto de qualidade e segurança, com maior tempo de armazenamento e praticidade de transporte e armazenamento.

Porém, alguns destes métodos de conservação podem se tornar inviáveis pelo alto custo de instalações industriais ou do armazenamento. Dessa forma, o processo de envase à quente pode ser uma alternativa para o problema, pois além do custo do processo não ser tão alto, o produto pode ser armazenado à temperatura ambiente (COSTA et al., 2005).

O termo envase à quente (*Hot Fill*) refere-se ao envase do alimento previamente esterilizado ou pasteurizado, ainda quente, em embalagens

devidamente limpas, mas não necessariamente esterilizadas sob condições higiênicas adequadas (SILVA, 2004).

No processo *Hot Fill* o enchimento do produto na embalagem é feito a quente e a embalagem é invertida para assegurar que o produto quente entre em contato com a parte superior da embalagem. Em seguida, a embalagem deve ser resfriada o mais rápido possível, pois, isso influencia na qualidade final do produto. A taxa de resfriamento pode ser maximizada por agitação do recipiente. O enchimento a quente é, em geral, feito para produtos altamente ácidos, $\text{pH} < 3,7$, e proporciona um produto com esterilidade comercial e com uma longa vida de prateleira à temperatura ambiente. O resfriamento pode ser atingido por meio de imersão ou *spray*. No entanto, é importante assegurar que o veículo de resfriamento não contamine o produto (LEWIS & HEPPELL citado por SPINELLI, 2006).

O enchimento à quente é mais usado com alimentos ácidos, pois o tratamento térmico aliado ao baixo pH é bastante efetivo na redução do crescimento de microrganismos. Em alimentos onde o pH está abaixo de 4,6 as bactérias esporuladas, como as do gênero *Clostridium*, não têm como se desenvolver e produzir toxinas (SILVA, 2004).

FREITAS et al. (2006) avaliaram a estabilidade dos carotenóides totais, antocianinas totais e vitamina C do suco tropical de acerola adoçado elaborado pelos processos *Hot Fill* e asséptico. Ao final do experimento observou-se que não houve perdas de antocianinas totais para o processo *Hot Fill*, no entanto, para o processo asséptico constatou-se uma redução de 86,89 % dos teores iniciais. Os valores de carotenóides totais tiveram poucas variações nos sucos submetidos aos dois processos e os teores de vitamina C diminuíram mais intensamente para o processo asséptico.

COSTA et al. (2005) avaliaram água de coco obtida por diferentes métodos de conservação e concluíram que o produto obtido após o processo *Hot Fill* apresentou qualidade microbiológica satisfatória e boa aceitação sensorial, além de apresentar maior intenção de compra em relação aos produtos comerciais empregados para comparação.

A qualidade do caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico foi avaliado por SILVA & FARIA (2006). Eles aplicaram esses dois processos térmicos a fim de obter um produto estável a temperatura

ambiente. O lote processado asépticamente apresentou vida útil de 30 dias e o envasado à quente, de 60 dias. O envase à quente causou menor escurecimento ao produto durante estocagem a temperatura ambiente e maiores médias de aceitação sensorial. Desta forma, pôde-se verificar que o envase a quente foi mais adequado para o processamento de caldo de cana, e com a vantagem de ser um processo mais simples e acessível aos pequenos produtores.

2.5. Tecnologia de barreiras

A segurança e estabilidade microbiológica bem como a qualidade sensorial e nutricional de muitos alimentos são baseadas na aplicação de fatores combinados de preservação, chamadas de barreiras (LEISTNER, 2000).

Em conceito de barreiras diversos fatores e técnicas são empregados simultaneamente no controle de microrganismos em alimentos (JAY, 2005). As mais importantes barreiras usadas na preservação de alimentos são temperatura (baixa ou alta), atividade de água (a_w), acidificação (pH), potencial de oxidação-redução (Eh), conservantes (nitrito, sorbato, entre outros) e competitividade de microrganismos (LEISTNER, 2000).

O uso combinado de alguns métodos de conservação, possivelmente físico e químico, ou a combinação de diferentes conservantes é uma prática antiga. Tem sido comumente aplicada pela indústria de alimentos para assegurar segurança e estabilidade dos alimentos. Para isso, cada barreira deve ser aplicada em sua própria maneira. Porém, a força ou a concentração de uma única barreira poderia afetar a qualidade do alimento como a perda de nutrientes, textura ou cor (LEE, 2004).

Chawla & Chander (2003), testaram a combinação de barreiras (irradiação, redução da atividade de água e embalagem à vácuo) em produtos prontos a base de carne, para a prevenção de crescimento de *Clostridium sporogens*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*. O tratamento de irradiação (2,5 kGy) resultou em completa eliminação dos microrganismos *S. aureus* e *B. cereus*, mas não de *C. sporogenes*. A atividade de água (a_w) de 0,85 e a embalagem à vácuo dos produtos

preveniu o crescimento dos três microrganismos inoculados nos produtos por 2 meses de estocagem. Os estudos demonstraram que a combinação destas barreiras resulta em segurança microbiológica e produtos a base de carnes estáveis.

O processo de conservação de açaí através da aplicação da tecnologia de barreiras foi estudado por Alexandre et al. (2004). Os fatores utilizados nesse experimento foram: diminuição de pH a 3,5 (1,5 p/p de ácido cítrico), tratamento térmico (82,5 °C por 1 minuto), redução da atividade de água pela adição de sacarose (10, 25 e 40 % p/p) e adição de sorbato de potássio (0,075 e 0,15 % p/p). O açaí pasteurizado teve uma contagem total de mesófilos diminuída em 99,8 % da contagem inicial. As amostras, uma com 40 % p/p de sacarose, outra com 40 % p/p de sacarose e 0,15 % p/p de sorbato de potássio, e outra com 25 % p/p de sacarose e 0,075 % p/p de sorbato de potássio apresentaram boa aceitação sensorial após os 5 meses de armazenamento

Alimentos que adotam o conceito das barreiras em sua formulação empregam diversos dos fatores já citados para evitar a germinação e o crescimento de esporos. Para crescer, os organismos precisam transpor uma série de barreiras. Um grande número de fatores já é conhecido e pode ser utilizado como barreira para os microrganismos nos alimentos. Dessa forma, um número cada vez maior de alimentos estáveis provavelmente estará inserido nesse conceito (JAY, 2005).

2.6. Embalagens plásticas

Atualmente, a embalagem é essencial e indispensável para o sucesso de qualquer produto. Ela envolve, realça e protege os bens que compramos, desde o processamento e produção, passando pela estocagem até o consumidor final. Sem a embalagem, os produtos poderiam ficar contaminados e ineficientes, e a comercialização destes produtos seria impossível (ROBERTSON, 1993). A embalagem chama atenção, transmite informações importantes para compreensão do que está sendo oferecido, resalta atributos complementares do produto e agrega valores (FABRIS, 2007).

A embalagem atua no processo de compra como instrumento de escolha de um produto, com maior ou menor peso, de acordo com a categoria, evidenciando desta forma, uma relação consumidor/produto/marca (FABRIS, 2007).

O plástico está entre os principais materiais de embalagens utilizados no Brasil. Conforme a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE) (2007), o plástico foi campeão de venda e gerou mais de 30 % da receita líquida em 2007.

Os plásticos são um grupo de polímeros que possuem propriedades mecânicas intermediárias entre aquelas apresentadas pelos elastômeros e pelas fibras. No que diz respeito ao processo tecnológico de preparação e ao comportamento durante o aquecimento, os plásticos são divididos em dois grupos: termorrígido e termoplástico (PIATTI & RODRIGUES, 2005). Um termoplástico é um material polimérico, que possui capacidade de amolecer quando aquecido, podendo ser moldado no formato desejado. Esta alteração é uma transformação física e reversível. Como exemplo pode-se citar o polietileno (PE), o poliestireno (PS) e o polietileno tereftalato (PET).

Dentre os materiais de embalagem disponíveis no mercado de embalagens plásticas, o PET tem sido um dos polímeros de maior aplicação na indústria de alimentos e também um dos mais reciclados (ABRE, 2007).

No final da década de 90, testemunhou-se o uso de novos materiais de embalagens para bebidas. O sucesso inicial do PET deveu-se a embalagem de água mineral e de refrigerante em grande quantidade (ARRUDA, 2003). Ele apresenta boas características como: leveza, resistência mecânica, rigidez, transparência e propriedades de barreira à gases e umidade. Além de apresentar grande diversidade de formas, tamanhos e desenhos gráficos. Essas características conferem ao PET grande vantagem frente a materiais como vidro e metal (ROBERTSON, 1993; ARRUDA, 2003).

MORETTI (2002) citado por ARRUDA (2003) descreve algumas características do PET:

- 10,0 % do peso do vidro;
- Alta resistência à pressão (8 Kg/cm²);

- Evita acidentes na indústria e com o consumidor;
- Reciclável
- Economia no transporte
- Pode ser fabricado na própria indústria;
- Mais barato do que a lata de alumínio e do que embalagem cartonada;
- Mesmo peso que a lata de alumínio, para mesmo volume;
- Agüente mais pressão que a lata de alumínio;
- A boca fica protegida pela tampa sendo mais higiênica;
- Permite re-fechamento;
- É transparente;
- É inerte (não apresenta problemas de reação com o produto).

O PET é um polímero obtido a partir da esterificação do dimetiltereftalato (DMT) ou do ácido tereftálico (PTA) com o etileno glicol (EG) usando um processo de polimerização na fase líquida seguida de uma polimerização na fase sólida (BASTOS, 2006).

Com crescimento anual em torno de 10 %, o mercado brasileiro do PET, estimado em cerca de 360 mil toneladas em 2001, mantém tendência de alta desde a introdução da resina no país, no final da década de 80 (FERRO, 2002).

Conforme estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas-RJ para a ABRE, a indústria de embalagem teve faturamento de R\$ 32,5 bilhões em 2007. O valor é 2,1 % maior que em 2006 e representa aproximadamente 1,4 % do PIB (Produto Interno Bruto) nacional do ano. O maior destaque foi para o setor de plásticos que gerou uma receita líquida de venda no valor aproximado de R\$ 11 bilhões (ABRE, 2007).

A Figura 3 ilustra a distribuição deste valor entre os diferentes segmentos da indústria.

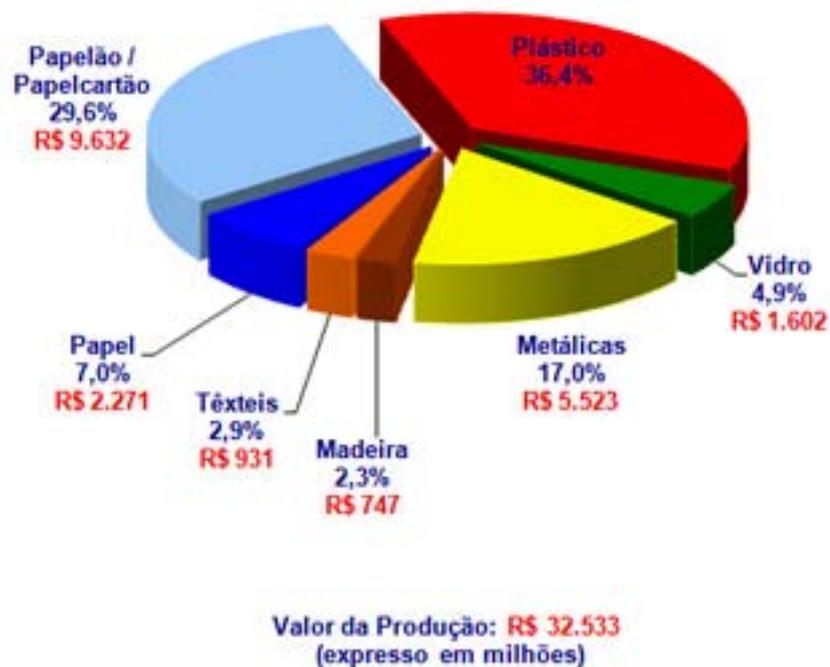


Figura 3: Receita líquida de vendas nos diferentes segmentos da indústria brasileira de embalagens em 2007 (ABRE, 2007).

Segundo a ABRE (2007), em 2007 o plástico foi o material que teve a maior participação no mercado brasileiro. O plástico consome boa parte das embalagens na indústria de alimentos, e no *ranking* de participação dos segmentos no mercado total, as embalagens plásticas levam a maior fatia, com 42 % do total de artefatos plásticos produzidos.

2.7. Vida-de-prateleira

A vida-de-prateleira de um alimento é o período temporal no qual um alimento se mantém seguro para o consumidor, mantém as características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas, e cumpre com as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas. Em suma, o alimento enquanto válido terá de cumprir duas condições essenciais: segurança e qualidade, embora seja praticamente impossível garantir a qualidade a partir do momento em que o alimento se torna inseguro (DIAS, 2007).

Do ponto de vista de vida-de-prateleira, a qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência. A diminuição da

qualidade e a redução de vida-de-prateleira podem ser consequência de uma ou mais destas propriedades (SIVIERI & OLIVEIRA, 2002).

Entretanto, como os mecanismos de perda de qualidade dos alimentos são complexos e os consumidores têm sensibilidade diferente a essa perda, é impossível estabelecer uma definição universal de vida-de-prateleira (GRIZOTTO, 2006).

De Marchi et al. (2003) avaliaram a vida-de-prateleira de um isotônico natural de maracujá, estocado a temperatura ambiente e sob refrigeração, durante 66 e 141 dias, respectivamente. O estudo de vida-de-prateleira das bebidas estocadas à temperatura ambiente e sob refrigeração revelou que as características físico-químicas e microbiológicas não foram consideradas parâmetros determinantes do tempo de vida útil das mesmas. A avaliação sensorial permitiu atribuir o período de 15 a 30 dias de vida útil para a bebida estocada à temperatura ambiente, e uma vida-de-prateleira superior a 141 dias para a bebida estocada sob refrigeração.

A previsão da vida-de-prateleira não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é a informação estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, as condições de sua conservação aos consumidores (MOURA et al., 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na usina piloto (Laticínios Escola) e laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) – MG. O soro, matéria-prima utilizada neste experimento, foi obtido por meio da fabricação de queijo mussarela, também no Laticínios Escola. O iogurte, também matéria-prima desse experimento, foi fabricado no Laboratório de Pesquisa de Leite (DTA/UFV).

As análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram realizadas nos Laboratórios de Pesquisa de Leite e Laboratório de Análise Sensorial, respectivamente. Por meio de testes preliminares todo processamento da bebida láctea e seu envase foi definido, assim como os componentes adicionados a esta bebida e pH final.

3.1. Testes preliminares

Testes preliminares foram realizados para determinar o tipo de embalagem a ser utilizada durante o envase a quente, o valor de pH e teor de açúcar da bebida láctea, o tipo de estabilizante (para que não tivesse separação de fases durante a estocagem) e o agente acidulante. Os binômios tempo/temperatura de 68 °C, por 12 minutos e 71 °C, por 12 minutos foram testados para que o de melhor resultado microbiológico pudesse ser aplicado.

Foram testados os seguintes aromas: limão, pêssego e abacaxi.

3.1.1. Escolha das embalagens

Testes de resistência térmica e de vedação foram realizados utilizando diferentes tipos de garrafas plásticas (PET e polipropileno). Para o teste de resistência, as garrafas foram envasadas com água a temperatura de 71 °C. Para o teste de vedação, as garrafas foram envasadas com a bebida láctea e análises microbiológicas foram realizadas por 28 dias para observar possível contaminação. Foi observado qual material de embalagem teve melhor resistência física ao calor (não deformou), qual o melhor volume e formato, e qual vedou melhor, para que o produto não contaminasse.

3.1.2. Ajuste do pH e teor de açúcar da bebida láctea

A bebida láctea tratada termicamente após fermentação foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisa de Leite. Esta bebida apresentava inicialmente, um valor de pH de 3,4 – 3,6 e o teor de açúcar de 17, 50 %. O valor de pH e teor de açúcar foram ajustados para que o produto pudesse ser armazenado a temperatura ambiente.

Amostras de bebida láctea com diferentes pHs e teores de açúcar foram avaliadas por um painel sensorial. A concentração de açúcar e valor de pH do produto foi acertado para a obtenção de um produto de boa qualidade.

3.1.3. Avaliação do estabilizante

Para a fabricação da bebida láctea, vários estabilizantes foram analisados durante a fabricação da bebida. Para evitar a separação de fases, foi testada, em uma faixa de 0,1 a 0,45 % de pectina, goma guar, citrato de sódio, carragena, e um estabilizante da marca DiGum®. Foi utilizado o estabilizante que apresentou melhor uniformidade da bebida láctea, realizado por meio de teste visual.

3.1.4. Avaliação do agente acidulante

Para a redução do pH da bebida foram testados dois tipos de agentes acidulantes: o ácido cítrico e o ácido fosfórico. O acidulante foi adicionado na bebida para que esta atingisse o pH final de 3,3.

3.2. Elaboração do produto

O produto foi fabricado na usina piloto do laticínios, Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV. Uma mesma formulação foi utilizada para a fabricação do produto nas três repetições. O experimento foi conduzido no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

A composição em porcentagem (m/m) dos ingredientes usados na bebida está descrita no Quadro 2.

Quadro 2: Composição dos ingredientes usados na fabricação da bebida láctea.

Componentes	(g/100g)
Soro de leite	58,71
Iogurte	19,58
Sacarose	19,00
Agente acidulante	2,10
Agente estabilizante	0,45
Citrato de sódio	0,07
Aroma natural de abacaxi	0,05
Sorbato de potássio	0,03
Ácido fumárico	0,01

3.2.1. Preparo do iogurte

Foi preparado um iogurte a partir de leite desnatado e 10 % de açúcar, tratado termicamente, e adicionado de cultivo de cultura mista liofilizada (TA071, Rhodia) composta de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Este iogurte foi incubado e

fermentado até pH 4,2 e, posteriormente, adicionado ao soro acidificado com o agente acidulante.

3.2.2. Preparo do soro

O soro utilizado no experimento foi obtido da fabricação de queijo mussarela, no Laticínios Escola (DTA/UFV). Esse soro foi acidificado com solução acidulante de até pH 3,0 e, em seguida, a mistura foi aquecida até 60 °C em banho-maria industrial. A partir daí foram, adicionados: ácido fumárico, citrato, açúcar, estabilizante e o sorbato de potássio.

3.2.3. Preparo da bebida láctea tratada termicamente após fermentação

Ao soro já acrescido dos demais ingredientes, foi adicionado o iogurte. O pH da bebida foi acertado para 3,3 com o agente acidulante, e em seguida aquecida a 60 °C, procedendo-se, então, à homogeneização a 140,62 Kgf/cm² no primeiro estágio e 35,15 Kgf/cm² no segundo estágio do homogeneizador.

Depois de homogeneizada, a mistura foi tratada termicamente a 68 °C por 12 minutos em cubas de aço inoxidável de 3 litros. Utilizou-se um banho-maria laboratorial para o tratamento térmico. No banho-maria eram dispostas 2 cubas com 2 litros de bebida láctea cada, para que se procedesse a pasteurização. Um total de 8 litros de bebida era produzido em cada repetição.

O aroma de abacaxi foi adicionado após o tratamento térmico, imediatamente antes do envase que foi feito a quente, em garrafas plásticas. Foram utilizadas garrafas PET de 250 mL. Estas garrafas foram higienizadas com solução de 100 mg/L de cloro e enxaguadas com solução de 3 mg/L de cloro. Após o enchimento das garrafas, elas foram invertidas por 3 minutos para posterior. As garrafas foram resfriadas em um banho de gelo para 25 °C e estocadas em temperatura ambiente (Figura 4). Análises físico-químicas e microbiológicas do produto foram realizadas nos tempos 0, 14, 28, 42, 70 e 84 dias de estocagem. As análises sensoriais foram realizadas nos tempos 0, 42 e 84 dias de estocagem.

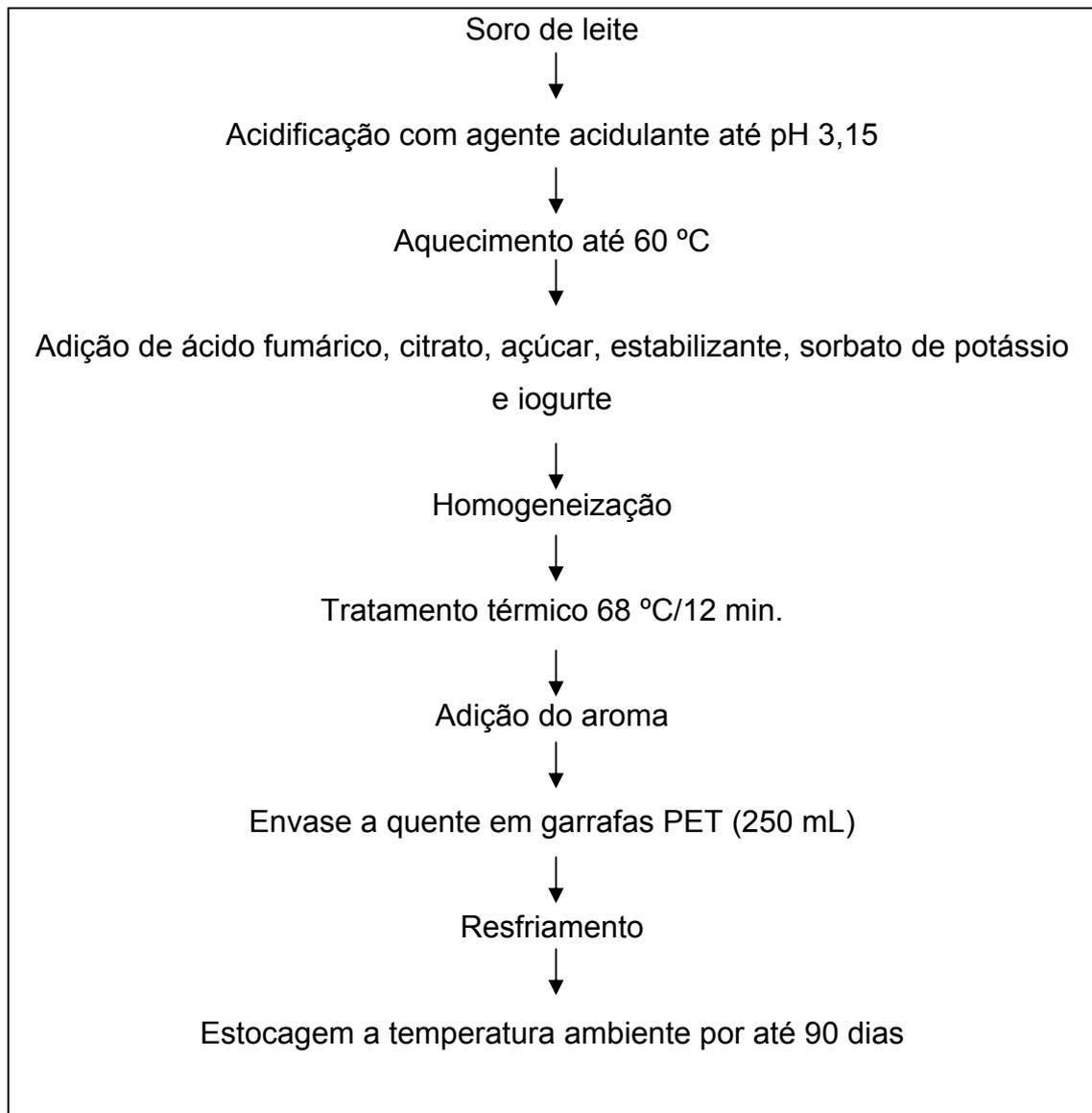


Figura 4: Fabricação da bebida láctea tratada termicamente após fermentação e seu envase a quente.

3.2.4. Caracterização físico-química da bebida láctea fermentada

Durante a fabricação da bebida, nas 3 repetições, foi realizada a caracterização do produto quanto o teor de proteína, gordura, umidade, resíduo mineral fixo (cinzas) e pH. A determinação do teor de proteínas nas amostras foi realizada pelo método Kjeldahl (Brasil, 2006). O teor de gordura foi determinado empregando-se o método de Gerber (BRASIL, 2006). O teor

de umidade e cinzas foi determinado de acordo com a Instrução Normativa n. 68, do MAPA (2006). O pH foi determinado em pHmetro (BRASIL, 2006).

3.3. Avaliação da vida-de-prateleira

Todo o processamento foi realizado em três repetições (R_1 , R_2 e R_3). Um total de 8 litros de bebida foi produzido em cada repetição e as garrafas foram armazenadas a temperatura ambiente (25 °C).

A vida útil da bebida foi analisada por meio de análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e de aparência para verificar possíveis alterações no produto. As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas nos tempos 0, 14, 28, 42, 70 e 84 dias e as análises sensoriais nos tempos 0, 42 e 84 dias.

3.3.1. Análise de separação de fases

Por meio da análise de separação de fases determinou-se a separação entre os constituintes da bebida láctea. Essa análise foi feita visualmente utilizando uma régua para medir a altura do sedimento, se formado, durante a estocagem do produto.

3.3.2. Análises físico-químicas

3.3.2.1. Valor de pH

A determinação do valor de pH foi realizada em um medidor de pH digital PG 1000 marca GEHAKA, aferido com as soluções tampões pH 4,0 e 7,0 (BRASIL, 2006).

3.3.2.2. Acidez titulável

A partir de uma solução alcalina de concentração conhecida, foi realizada uma titulometria para determinar a acidez do produto, utilizando-se

a fenolftaleína como indicador (BRASIL, 2006). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico presente na amostra.

3.3.3. Análises microbiológicas

3.3.3.1. Contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios

Utilizou-se a metodologia descrita na Instrução Normativa Nº 62 do Ministério da Agricultura para a contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis.

Alíquotas da amostra ou de suas diluições foram semeadas em ágar padrão PCA (Plate Count Agar), seguido de incubação em temperatura de 36 ± 1 °C por 48 horas. Os resultados obtidos foram expressos em UFC/mL (BRASIL, 2003).

3.3.3.2. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Utilizou-se a metodologia descrita pela Instrução Normativa Nº 62 do Ministério da Agricultura para a contagem de fungos filamentosos e leveduras.

Inoculou-se 0,1 ml da amostra ou de suas diluições selecionadas sobre a superfície seca do BDA (ágar batata dextrose) acidificado com ácido tartárico 10 % para pH 3,5. Com o auxílio de alça de Drigalski, o inóculo foi espalhado por toda a superfície do meio, até sua completa absorção. Em seguida as placas foram incubadas a 25 ± 1 °C, por 5 a 7 dias. Os resultados obtidos foram expressos em UFC/mL (BRASIL, 2003).

A utilização de meios acidificados com solução de ácido tartárico a 10 %, a pH 3,5 por inibir a maioria das bactérias presentes no alimento, seleciona o crescimento de fungos filamentosos e leveduras.

3.3.4. Análise Sensorial

Realizou-se análise sensorial por meio do teste de aceitação, durante a estocagem à temperatura ambiente da bebida aos 3, 42 e 84 dias. O teste

de aceitação avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto, sendo classificado como um método sensorial afetivo. Os testes afetivos são utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao produto, e para isso são utilizadas escalas hedônicas.

Neste trabalho foi utilizada a escala hedônica de 9 pontos (Figura 5), que varia de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial (DTA/UFV), em cabines individuais sob luz branca por 30 provadores não treinados. As amostras foram servidas refrigeradas (5°C), em copos plásticos descartáveis de 50 ml.

ESCALA HEDÔNICA	
Nome: _____	Data: ____/____/____
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.	
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente	
<input type="checkbox"/> Gostei muito	
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Indiferente	
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente	
Comentários: _____	

Figura 5: Escala hedônica de nove pontos, usada para avaliar amostras da bebida láctea tratada termicamente.

3.4. Análises Estatísticas

O experimento foi conduzido no Delineamento Inteiramente Casualizado.

Foi avaliado se o tempo de estocagem apresentou efeito significativo sobre as análises físico-químicas e microbiológicas. Os dados foram submetidos à análise de regressão, com o auxílio do programa *Statistical Analysis System* (SAS) versão 9,1 licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Testes Preliminares

O binômio tempo/temperatura utilizado antes do envase da bebida láctea foi de 68 °C por 12 minutos. Este tratamento térmico foi utilizado porque em testes preliminares mostrou-se efetivo contra microrganismos deterioradores e o envase a 68 °C manteve a integridade da garrafa plástica utilizada neste experimento. O envase a 71 °C causou deformação nas embalagens plásticas (Figura 6).

Diferentes tipos de garrafas plásticas foram testados para o envase à quente da bebida láctea. As garrafas de polietileno tereftalato (PET), com volume de 250 ml apresentaram melhores resultados com relação à vedação e deformação. Como o tratamento térmico foi brando, a garrafa PET manteve-se intacta até o final do armazenamento do produto.

SPINELLI (2006) utilizou garrafas PET de 500 mL para o envase à quente de suco de laranja. O envase ocorreu a 85 °C, com inversão da garrafa por 20 segundos seguida por uma manutenção da temperatura de 85 °C por 150 segundos em um banho de água aquecido. Neste experimento, as garrafas PET apresentam-se intactas e sem deformação ao longo do período de estocagem a temperatura ambiente.



Figura 6: Bebida láctea envasada a quente. A: produto envasado a 68 °C por 12 minutos (garrafa sem deformação). B: produto envasado a 71 °C por 12 minutos (garrafa deformada).

Os estabilizantes pectina, goma guar, citrato, carragena, e um estabilizante da marca DiGum® nas concentrações de 0,1 e 0,45 % foram testados para estabelecer o tipo e concentração a ser utilizada na fabricação da bebida láctea. O estabilizante da marca DiGum® apresentou melhores resultados com relação à separação de fases da bebida. Foi utilizada uma mistura de 0,45 % desse estabilizante na formulação do produto.

Foram testados vários tipos de agentes acidulantes. O acidulante usado para corrigir o pH do soro para fabricação da bebida foi uma mistura de ácido cítrico, ácido fumárico e ácido fosfórico.

Os valores de pH e açúcar foram pré-determinados por meio de um painel sensorial. Os valores mais aceitáveis estavam em torno de pH 3,3 e teor de açúcar de 19 %. O aroma escolhido para a bebida foi o de abacaxi, pois apresentou um sabor suave e refrescante.

4.2. Aparência geral da bebida láctea

A bebida láctea tratada termicamente após fermentação apresentou-se homogênea (sem presença de grumos, flóculos ou coágulos), e de cor levemente amarelada. Apresentou-se também refrescante e com gosto ácido, tendo sabor agradável quando consumida gelada.

A Figura 7 mostra três embalagens da bebida láctea fermentada envasada à quente nas garrafas PET de 250 mL.



Figura 7: Bebida láctea tratada termicamente após fermentação, envasada a quente em garrafas PET de 250 mL.

4.3. Caracterização físico-química da bebida láctea fermentada.

Caracterização da bebida láctea tratada termicamente após fermentação foi realizada por meio de análises físico-químicas (Quadro 3).

Quadro 3: Resultado da média das análises físico-químicas da bebida láctea fermentada, soro de leite e iogurte, e seu respectivo desvio padrão.

Componentes	Bebida láctea	Soro de leite*	Iogurte
Proteína (%)	1,30 + 0,02	0,87 + 0,06	3,30 + 0,04
Gordura (%)	0,31 ± 0,05	0,33 ± 0,06	0,47 ± 0,06
Umidade (%)	76,40 ± 0,72	**	**
Cinzas (%)	0,49 ± 0,01	**	**
pH	3,26 ± 0,04	6,27 ± 0,15	4,2 ± 0,04

*: LOPES, 2007. **: não foi analisado.

A bebida pronta apresentou 1,3 g de proteína por 100 g do produto, dessa forma ela atende as especificações contidas na Legislação Brasileira (BRASIL, 2005).

Os resultados encontrados para a caracterização da bebida láctea fermentada foram semelhantes aos resultados obtidos por FONTES (2007), que encontrou um valor de proteína de 1,28 e gordura de 0,33. O valor do pH encontrado neste trabalho foi menor, visto que esta bebida foi fabricada para ser armazenada a temperatura ambiente. O valor de pH encontrado por FONTES (2007) foi de 3,39.

Os valores do pH do soro de leite e do iogurte, matérias primas utilizadas para a produção da bebida, foram de 6,4 e 4,2, respectivamente.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea contido na Instrução Normativa n. 16 de 23 de agosto de 2005 do MAPA assume um valor mínimo de 1,2 g de proteína de origem láctea por 100 g do produto, para bebida láctea tratada termicamente após fermentação, o que é atendido pelos resultados encontrados para os produtos avaliados.

4.4. Acompanhamento da vida de prateleira da bebida láctea

As análises de separação de fases, físico-químicas e microbiológicas foram realizadas aos 0, 14, 28, 42, 70 e 84 dias de estocagem da bebida láctea a temperatura ambiente. Por meio dessas análises foi possível fazer o acompanhamento da vida útil da bebida.

4.4.1. Análise de separação de fases

A análise de separação de fases foi feita visualmente, para determinar se houve separação/sedimentação dos constituintes da bebida. O Quadro 4 mostra as médias dos resultados encontrados nas três repetições.

Quadro 4: Formação de sedimento na bebida láctea ao longo do período de estocagem.

Tempo (Dias)	Sedimentação		
	R ₁	R ₂	R ₃
0	-	-	-
14	-	-	-
28	-	-	-
42	+	+	+
70	+	+	+
84	+	+	+

-: ausência de sedimento +: pouco sedimento
++: médio sedimento +++: grande sedimento

A bebida láctea apresentou-se estável quanto à sedimentação até os 28 dias de armazenamento a temperatura ambiente. A partir de 42 dias de estocagem, mas que se desfazia assim que a garrafa era agitada.

4.4.2. Análises físico-químicas

4.4.2.1. Variação do pH durante a estocagem

Os resultados da variação do valor do pH durante os 84 dias de estocagem a temperatura ambiente encontram-se no Quadro 5.

O Quadro 6 mostra o resumo da análise de regressão para os valores de pH durante o período de estocagem das três repetições.

Quadro 5: Valores de pH durante o tempo de armazenamento das três repetições da bebida láctea.

Estocagem (dias)	pH
0	3.27 ± 0.06
14	3.30 ± 0.10
28	3.37 ± 0.15
42	3.43 ± 0.06
70	3.47 ± 0.21
84	3.50 ± 0.10

Quadro 6: Resumo da análise de regressão para valor do pH da bebida láctea durante o período de estocagem.

Fontes de Variação	GL	QM
Tempo	4	0.0262 ^{ns}

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; QM = Quadrado médio.

Os valores de pH variaram ao longo da estocagem entre 3,27 - 3,50 e, estatisticamente ($P > 0,05$), não mostraram diferença (Quadro 6).

Essa pequena variação pode ter ocorrido em função da reação de Maillard. Essa reação envolve um aldeído (açúcar redutor) e grupos aminas de aminoácidos (ARAÚJO, 1999). Como as proteínas são responsáveis por parte da acidez neste produto, quando elas reagem com o aldeído, a acidez diminui e conseqüentemente o pH aumenta.

PAULA (2005) elaborou uma bebida carbonatada à base de soro de leite, que foi pasteurizada a 82 °C por 15 minutos. Esta bebida apresentou uma variação de 3,14 - 3,40 durante os 94 dias de estocagem a temperatura ambiente.

LOPES (2007) elaborou uma bebida láctea tratada termicamente após fermentação (65°C/15'). A variação no valor do pH (3,36 - 3,42) foi semelhante aos valores já apresentados. Esta bebida láctea foi estocada à temperatura ambiente por 35 dias.

FREITAS et al. (2006) envasaram à quente suco de acerola em garrafas de vidro. Este suco ficou armazenado por 350 dias a temperatura

ambiente. O pH desta bebida apresentou um pequeno aumento durante o período de estocagem. Eles sugeriram que este aumento poderia ter sido causado pela perda do ácido cítrico ao longo do armazenamento.

4.4.2.2. Acidez titulável

Os resultados da variação do valor da acidez titulável durante os 84 dias de estocagem a temperatura ambiente encontram-se no Quadro 7.

O Quadro 8 mostra o resumo da análise de regressão para os valores de acidez titulável durante o período de estocagem das três repetições.

Quadro 7: Valores de acidez titulável expressa em ácido láctico durante o tempo de armazenamento das três repetições da bebida láctea.

Estocagem (dias)	Acidez (% de ácido)
0	1.05 ± 0.04
14	1.07 ± 0.08
28	1.03 ± 0.04
42	1.04 ± 0.04
70	1.04 ± 0.04
84	1.03 ± 0.02

Quadro 8: Resumo da análise de regressão para valor de acidez da bebida láctea durante o período de estocagem.

Fontes de Variação	GL	QM
Tempo	4	0.0006 ^{ns}

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; QM = Quadrado médio.

Houve uma pequena variação nos valores de acidez titulável ao longo do período de armazenamento, que não foi significativa ($P > 0,05$) no período de estocagem (Quadro 8). PAULA (2005) e LOPES (2007) encontraram resultados semelhantes, onde a variação da acidez titulável ao longo do período de estocagem foi de 0,94 a 1,13 % e 0,80 a 0,91 %, respectivamente.

4.4.3. Análises microbiológicas

4.4.3.1. Contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios

Os resultados da contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios, expressos em UFC. mL⁻¹ nas amostras estocadas a temperatura ambiente estão expressos no Quadro 9.

Quadro 9: Média da contagem da população de mesófilos aeróbios da bebida láctea durante o armazenamento das três repetições da bebida láctea.

Estocagem (dias)	Contagem de mesófilos aeróbios (UFC.mL ⁻¹)
0	1,0 x 10 ¹ *
14	1,1 x 10 ¹ *
28	2,2 x 10 ¹
42	1,8 x 10 ¹ *
70	2,6 x 10 ¹
84	2,1 x 10 ¹

*= estimado

Quadro 10: Resumo da análise de regressão para contagem de mesófilos aeróbios da bebida láctea durante o período de estocagem.

Fontes de Variação	GL	QM
Tempo	4	0.0285 ^{ns}

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; QM = Quadrado médio.

A bebida láctea apresentou uma baixa contagem inicial de microrganismos mesófilos aeróbios. Houve uma pequena variação ao longo do armazenamento, mas estatisticamente ($P > 0,05$), essa variação não foi significativa (Quadro 10).

Não existe previsão na Legislação Brasileira para contagem de microrganismos para a bebida láctea tratada termicamente após

fermentação. No entanto, a contagem de mesófilos aeróbios foi comparada com os valores dispostos para leite UHT, que apresenta contagens de até 10^2 ($n=5$, $c=0$, $m=10^2$). A bebida láctea tratada termicamente após fermentação apresentou valores menores do que os valores que a legislação permite para leite UHT (BRASIL, 1997).

Essa baixa contagem de bactérias encontrada no produto pode ser devido ao tratamento térmico utilizado aliado ao baixo pH da bebida. Em geral, bactérias requerem valores de pH próximos a neutralidade para se desenvolverem. Em alimentos muito ácidos ($\text{pH}<4,6$), esse microrganismos se tornam inviáveis e não se multiplicam.

4.4.3.2. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Os resultados da contagem de fungos filamentosos e leveduras, expressos em UFC. mL^{-1} nas amostras estocadas a temperatura ambiente estão expressos no Quadro 11.

Quadro 11: Média da contagem da população de fungos filamentosos e leveduras da bebida láctea durante o armazenamento das três repetições da bebida láctea.

Estocagem (dias)	Contagem de fungos filamentosos e leveduras (UFC. mL^{-1})
0	$1,1 \times 10^0$ *
14	$1,2 \times 10^0$ *
28	$1,6 \times 10^0$ *
42	$2,2 \times 10^0$ *
70	$1,8 \times 10^0$ *
84	$1,5 \times 10^0$ *

*= estimado.

As contagens da população de fungos filamentosos e leveduras também foram muito baixas, com pequenas variações ao longo do

armazenamento. Essas variações não foram estatisticamente significativas ($P > 0,05$), conforme Quadro 12.

Quadro 12: Resumo da análise de regressão para contagem de fungos filamentosos e leveduras da bebida láctea durante o período de estocagem

Fontes de Variação	GL	QM
Tempo	4	0.03067 ^{ns}

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; QM = Quadrado médio.

PAULA (2005) encontrou valores semelhantes em seu trabalho sobre bebida gaseificada armazenada a temperatura ambiente. A média das contagens para fungos filamentosos e leveduras foi $< 1,0 \times 10^0$.

ARRUDA (2003) utilizou garrafas PET termorresistentes para o envase à quente de néctar de manga. O envase foi feito a 75 °C, e as embalagens permaneceram por 2 minutos nesta temperatura antes de serem resfriadas e armazenadas a temperatura ambiente por 180 dias. Não houve crescimento de fungos filamentosos e leveduras, mesófilos e coliformes fecais em nenhum dos experimentos até 180 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

A bebida teve uma baixa contagem inicial de microrganismos mesófilos aeróbios (Quadro 9) e de fungos filamentosos e leveduras (Quadro 11) e manteve-se estável até o período final de estocagem. A microbiota investigada não foi capaz de crescer e deteriorar o produto durante sua estocagem à temperatura ambiente. Esta estabilidade demonstrou que o tratamento térmico utilizado, o envase a quente e o pH utilizados foram eficientes para a conservação desta bebida a temperatura ambiente por período prolongado. A tecnologia de barreiras aplicada a este produto mostrou-se eficaz na conservação do produto, já que este pode ser considerado comercialmente estéril, pois contém um pequeno número de microrganismos viáveis, mas que não se multiplicam no alimento, o que o torna seguro e de boa qualidade.

4.4.4. Análise sensorial

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Os métodos afetivos medem atitudes subjetivas de aceitação ou de preferência de um produto de forma individual ou em relação a outros. Entre os métodos mais empregados para medida da aceitação de produtos está a Escala Hedônica, em que o consumidor expressa sua aceitação pelo produto, por meio de uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente com base nos termos **gosta** e **desgosta** (CHAVES & SPROESSER, 2002).

Os testes de aceitação foram realizados com número de 30 provadores não-treinados, em cada repetição da fabricação da bebida láctea, aos 0, 42 e 84 dias de estocagem à temperatura ambiente.

Os resultados das análises sensoriais estão apresentados na Figura 8.

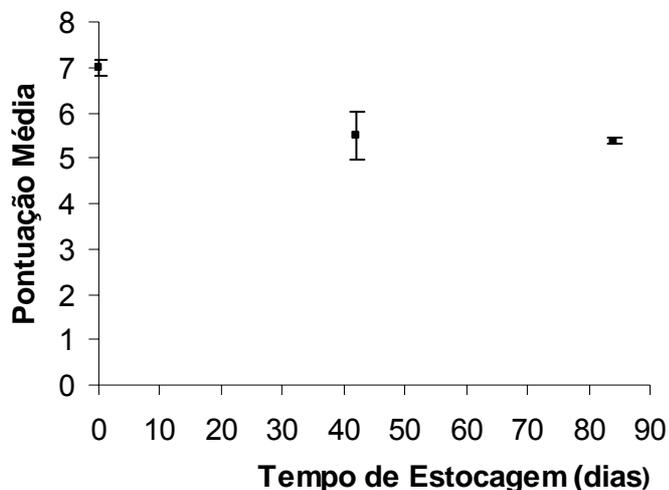


Figura 8: Evolução nas médias e desvio-padrão obtidos na avaliação sensorial da bebida láctea durante o tempo de estocagem à temperatura ambiente.

O decréscimo na avaliação sensorial pode ter ocorrido em função da variação do pH, ou perda de aroma, já que a bebida láctea apresentou fraco

aroma e fraco sabor de abacaxi ao longo da estocagem. O envase a quente pode ter alterado a composição do aroma, considerando que este componente foi adicionado antes do envase à quente da bebida láctea. Pelo gráfico é possível ver que o decréscimo no sabor foi significativo até os 42 dias de estocagem, mantendo-se estável a partir de então.

SANTOS et al. (2006) avaliaram sensorialmente uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu, com 20 %, 40 % e 60 % de soro de leite. Para o teste de aceitação, eles utilizaram a escala hedônica de 9 pontos. O produto apresentou boa avaliação sensorial, situando-se entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Não houve diferença significativa entre as bebidas com quanto à quantidade de soro.

OLIVEIRA (2006) desenvolveu uma bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de leite (10 %, 30 % e 50 %) enriquecida com ferro quelato aminoácido. O produto com 50 % de soro foi analisado sensorialmente pelo teste de aceitação. Foi utilizada uma escala hedônica facial de 5 pontos, com crianças de idade entre 4 a 7 anos, onde os termos hedônicos variavam de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. A bebida láctea fermentada apresentou bons resultados sensoriais, cuja aceitação do produto variou entre “gostei” e “gostei extremamente”.

5. CONCLUSÕES

Bebidas lácteas fermentadas a base de soro estão se tornando cada vez mais conhecidas no Brasil, por apresentarem boas características nutricionais e sensoriais. O soro, rico em proteínas, reforça essa imagem e o seu uso na fabricação de novos produtos é a opção mais atrativa do ponto de vista econômico e ambiental.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do envase à quente de uma bebida láctea tratada termicamente após fermentação, e analisar a sua conservação a temperatura ambiente, por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais por até 90 dias.

A partir dos resultados preliminares, foi possível concluir que a escolha do tratamento térmico, embalagem plástica, estabilizante e agente acidulante foram corretas, já que não apresentaram defeitos ao produto.

O envase a quente, um processo de baixo custo, foi eficiente para manter as características físico-químicas e microbiológicas durante toda estocagem a temperatura ambiente, já que, estatisticamente, as variações apresentadas pela bebida não foram significativas.

O produto apresentou um decréscimo na aceitação sensorial ao longo do armazenamento. Essa variação pode ter sido em função da pequena variação do pH ou pela perda de aroma durante a estocagem.

Pode-se observar que pela similaridade deste produto com produtos já existentes no mercado, tem-se como principal público consumidor o

público jovem e infantil, já que a bebida é envasada em embalagem compacta e atraente, possui sabor refrescante e é nutritiva.

Em suma, pôde-se concluir que a bebida láctea tratada termicamente após fermentação é uma boa alternativa para as indústrias de laticínios, visto que o seu processamento é de baixo custo, assim como as embalagens utilizadas. E ainda, pelo produto ser armazenado a temperatura ambiente, o seu transporte, estocagem nos supermercados e estocagem em casa, faz com que ele seja mais barato para o produtor e mais prático para os consumidores.

6. REFERÊNCIAS

- ABRE. **Associação Brasileira de Embalagem**. Centro de Informações: Dados de Mercado. Disponível em: http://www.abre.org.br/centro_dados.php. Acessado em 29/05/2008.
- ALEXANDRE, D., CUNHA, R. L., HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004
- ALMEIDA, K. E., BONASSI, I. A., ROÇA, R.O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 187-192 2001.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**, 1ª ed., Editora Manole Ltda., 2003.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**. 2 º edição. Ed. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- ARRUDA, A. F. P. **Estudo da estabilidade de néctar de manga (*Mangifera indica L.*) envasado em garrafas PET, comparado com envasados em embalagens cartonadas e lata de alumínio**. Campinas, SP. Dissertação de mestrado, Tecnologia de Alimentos, Unicamp, 2006.
- BASTOS, H. B. **Avaliação de sistemas de fechamento para embalagens de polietileno tereftalato (PET) na retenção de CO₂**. Campinas, SP. Dissertação de mestrado, Tecnologia de Alimentos, Unicamp, 2006.
- BEALES, N. Adaptation of Microorganisms to Cold Temperatures, Weak Acid Preservatives, Low pH, and Osmotic Stress: A Review. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 3, 2004.

BOUMBA, V. A., VOUTSINAS, L. P., PHILIPPOPOULOS, C. D. Composition and nutritional value of commercial dried whey products from feta cheese manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v. 54, n. 4, 2001.

BRASIL, 2003. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. **Métodos Analíticos Oficiais Microbiológicos para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de origem Animal e Água**. DOU 18 de setembro de 2003.

BRASIL, 2005. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea**. 24 de agosto de 2005.

BRASIL, 2006. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. DOU 14 de dezembro de 2006.

BRASIL, 2007. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. 24 de outubro de 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria Nº 370 de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 de setembro de 1997

CAPITANI, C. D., **Interação de proteínas do soro de leite com polissacarídeo: fracionamento e estudo das propriedades funcionais dos complexos**. Campinas. SP, 2004. 1-3p. Dissertação de mestrado, Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual de Campinas.

CASADEI, M. A., INGRAM, R., HITCHINGS, E., ARCHER, J., GAZE, J. E. Heat resistance of *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium* and *Lactobacillus delbrueckii* in relation to pH and ethanol. **International Journal of Food Microbiology**, v. 63, p. 125-134, 2000.

CHAWLA, S. P., CHANDER, R. Microbiological safety of shelf-stable meat products prepared by employing hurdle technology. **Food Control**, v. 15, p. 559-563, 2003

COSTA, L. M.V., MAIA, G. A. , COSTA, J. M. C., FIGUEIREDO, R. W., SOUSA, P. H. S. Avaliação de água de coco obtida por diferentes métodos de conservação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n. 6, p. 1239-1247, 2005.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 81 p.

DE MARCHI, R., MONTEIRO, M., CARDELLO, H. M. A. B., Avaliação da vida-de-prateleira do isotônico natural de maracujá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n.2, p. 291-300, 2003.

DE WIT, J. N., Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 3, p. 597-608, 1998.

DIAS, J. Determinação da vida de prateleira nos alimentos. **Hipersuper**, 2007. Acesso em: 10/01/2008.

Disponível em:
http://www.hipersuper.pt/2007/01/19/Determina_o_da_Vida_de_Prateleir/

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Produção Mundial de Queijos – 2000/2008***. Acesso em: 08/06/2008

Disponível em:
<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/industria/tabela0423.php>.

FABRIS, S. **Desenvolvimento e validação de método analítico para a determinação de contaminantes voláteis provenientes de embalagens de PET (polietileno tereftalato) e sua aplicação em PET pós-consumo**. Campinas, SP. Dissertação de mestrado. Ciência dos Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 2007.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. Artmed, 2ª ed., 602p. 2006.

FERREIRA, C. L. L. F. Produtos lácteos fermentados. **Caderno Didático**. N. 43, Ed. UFV, 2001.

FERRO, S. Fabricantes apostam tudo no mercado das especialidades. **Plástico Moderno**. Ed. n. 331, 2002.

Acesso em 20/05/2008
Em: <http://www.plastico.com.br/revista/pm331/pet1.htm>

FOEGEDING, E.A., DAVIS, J.P., DOUCET, D., MCGUFFEY, M.K. Advances in modifying and understanding whey protein functionality, **Trends Food Science Technology**, v. 13, n. 5, p. 151-159, 2002.

FONTES, A. C. L. **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea tratada termicamente após fermentação**. Viçosa, MG. 47p. Dissertação de mestrado, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2007.

- FREITAS, C. A. S., MAIA, G. A., COSTA, J. M.C., FIGUEIREDO, R. W., SOUSA, P. H. M., FERNANDES, A. G. Estabilidade dos carotenóides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adoçado envasado pelos processos *Hot-Fill* e asséptico. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 942-949, 2006.
- FREITAS, C. A. S., MAIA, G. A., SOUSA, P. H. M., BRASIL, I. M., PINHEIRO, A. M. P. Storage stability of acerola tropical fruit juice obtained by hot fill method. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 41, p. 1216-1221, 2006.
- GALLINA, D. A. **Avaliação de tratamentos térmicos industriais sobre resíduos inibidores presentes no leite utilizando o teste de inibição de iogurte**. Viçosa, MG. 69p. Dissertação de mestrado, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- GRIZOTTO, R. K., BERBARI, S. A. G., MOURA, S. C. S. R., CLAUS, M. L. Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.3, p. 709-714, 2006.
- HOMEM, G.R. **Avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais**. Viçosa, MG. 230p. Tese de doutorado, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- HOLSINGER, V. H., POSATI, L. P., De VILBISS, E. D. Whey beverages: A review. **Journal Dairy Science**, v. 57, p. 849-859, 1974.
- HOSSEINI, M., SHOJAOSADATI, S. A., TOWFIGHI, J. Application of a bubble-column reactor for the production of a single-cell protein from cheese whey. **Industrial & Engineering Chemistry Research**., v. 42, p. 764 – 766, 2003.
- JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. Artmed, 6^a ed., 711p., 2005.
- JUNEJA, V. K., NOVAK, J. S. Heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in cook-in-bag ground beef as affected by pH and acidulante. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 38, p. 297-304, 2003.
- KIM, H. S., GILLILAND, S. E. *Lactobacillus acidophilus* as a dietary adjunct for milk, to aid lactose digestion in humans. **Journal Dairy Science**, v. 66, n. 3, p. 53-59, 1993.
- KOSIKOWSKI, F. U. Whey utilization and whey products. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p. 1149-1160, 1979.
- LEE, S. Y. Microbial safety of pickled fruits and vegetables and hurdle technology. **Internet Journal of Food Safety**, v. 4, p. 21-32, 2004

LEISTNER, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. **International Journal of Food Microbiology**. v. 55, p. 181-186, 2000.

LOPEZ, M., GONZALES, I., CONDON, S., BERNARDO, A. Effect of pH heating medium on the thermal resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores. **International Journal of Food Microbiology**, v. 28, p. 405–410, 1994.

MACHADO, R. M. G., FREIRE, V. H., SILVA, P. C., FIGUERÊDO, D. V., FERREIRA, P. E. **Controle Ambiental nas Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios**. Projeto Minas Ambiente. p. 51; 81. SEGRAC Editora e gráfica limitada, Belo Horizonte, 2002.

MAÑAS, P., PAGÁN, R., RASO, J., CONDÓN, S. Predicting thermal inactivation in media of different pH of *Salmonella* grown at different temperatures. **International Journal Of Food Microbiology**. V. 87, p. 45-53, 2003.

MAZAS, M., LOPEZ, M., GONZALES, I., GONZALES, J., BERNARDO, A., MARTIN, R. Effects of the heating medium pH on heat resistance of *Bacillus cereus* spores. **Journal of Food Safety**, v. 18, p. 25–36, 1998.

MELO, A. **Soro do leite estimula sistema imunológico**. Instituto Ciência Hoje, 2002.

Acesso em: 08/05/2008

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/2929>

MINAS AMBIENTE/CETEC. **Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais: diagnóstico**. Belo Horizonte: 2.v, 1998

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA. **Projeções do agronegócio mundial e do Brasil 2006/07 a 2016/2017**. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em dezembro de 2007.

MORR, C., HÁ, E. W. : whey protein concentrates and isolates processing and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.

MOURA, S. C. S. R., BERBARI, S. A., GERMER, S. P. M., ALMEIDA, M. E. M., FEFIM, D. A., Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n.1, p. 141-148, Campinas, 2007.

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**. Niterói, RJ. p.18. Dissertação de mestrado, Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, 2006.

PAGÃN, R., MAÑAS, P., ALVAREZ, I., SALA, F. J. Heat resistance in different heating media of *Listeria monocytogenes* ATCC 15313 grown at different temperatures. **Journal of Food Safety**. v. 18, n. 3, p. 205-219, 1998.

PAGÃN, R., MAÑAS, P., RASO, J., SALA, F. J. Heat resistance of *Yersinia enterocolitica* grown at different temperatures and heated in different media. **International Journal Of Food Microbiology**. v. 47, p. 59-66, 1999.

PAULA, J. C. J., **Elaboração e estabilidade de bebida carbonatada aromatizada à base de soro de leite**. Viçosa, MG. 57p. Dissertação de mestrado, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

PENNA, A. L. B., OLIVEIRA, M. N., TAMIME, A. Y. Influence of carrageenan and total solids content on the rheological properties of lactic beverage made with yogurt and whey. **Journal of Texture Studies**, v. 34, p. 95-113, 2003.

PIATTI, T. A., RODRIGUES, R. A. F. Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais. **Série: conversando com Alagoas**. Universidade Federal de Alagoas. 51p, Maceió, EDUFAL, 2005

PONTIUS, A. J., RUSHING, J. E., FOEGEDING, P. M., Heat Resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* Spores as Affected by Various pH Values and Organic Acids. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 1, p. 41-46, 1998.

PORTO, L. M., SANTOS, R. C., MIRANDA, T. L. S. Determinação das melhores condições operacionais do processo de produção da ricota. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 23, p. 175, 2005.

ROBERTSON, G. L., **Food Packaging**. Marcel Dekker, 1º ed., 676p., 1993.

SANTANA, R. S., COSTA, S. A., ABREU, C. A M., ALBUQUERQUE, S. S. M. C. Separação das proteínas do soro de queijo por adsorção utilizando hidroxiapatita e carvão ativado como adsorventes. **Revista de Laticínios Cândido Tostes**, v. 60, p. 239-242, 2005.

SANTOS, C. T., MARQUES, G. M. R., FONTAN, G. C. R., FONTAN, R. C. I., BONOMO, R. C. F., BONOMO, R. Elaboração e Caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp). **Revista Brasileira de produtos Agroindustriais**, Campina Grande. v. 8, n.2, p. 111-116, 2006.

SANTOS, J. P. V.; FERREIRA, C. L. L. F.; Alternativa para o Aproveitamento de Soro de Queijo nos Pequenos e Médios Laticínios; **Anais do XVIII Congresso Nacional de Laticínios, Candido Tostes**, nº 321, v. 56, p. 44-50; Juiz de Fora; JUL/ AGO de 2001.

SERPA, L. **Concentração de proteínas de soro queijo por evaporação a vácuo e ultrafiltração**. Erechim, RS. p.6. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2005.

SEVERO, L. M. B. **Desenvolvimento de uma bebida láctea a base de soro de leite fermentado**. Londrina, PR. p. 02-16. Dissertação de Mestrado, Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina, 1995.

SILVA, F. M., GIBBS, P., VIEIRA, M. C., SILVA, C. L. M. Thermal inactivation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores under different temperature, soluble solids and pH conditions for the design of fruits process. **International Journal of Food Microbiology**, v. 51, p. 95-103, 1999.

SILVA, M. F., TREICHEL, H. Aproveitamento de soro de leite para produção de polissacarídeos. **Vivências**, v. 1, n. 3, p. 213-228, 2006.

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

SILVA, S. S.; **Avaliação de processo de industrialização de caldo de cana de açúcar (*Sacharum ssp*) por enchimento a quente e sistema asséptico**. Campinas, SP. p.26. Dissertação de Mestrado, Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SILVA, S. S., FARIA, J. A. F. Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 4, p. 754-758, Campinas, 2006.

SIVIERI, K., OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com “fat replacers” (Litesse e dairy-lo). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.1, p. 3, Campinas, 2002.

SPINELLI, A. C. N. F. **Influência das diferentes temperaturas de estocagem na sobrevivência de *Alicyclobacillus acidoterrestris* CRA7152 em suco de laranja tratado por enchimento a quente**. Campinas, SP, p. 12. Dissertação de mestrado, Ciência de Alimentos, 2006.

TULLIO, L. T. **Isolamento e caracterização do glicomacropéptido do soro de leite**. Curitiba, PR, p. 7. Dissertação de mestrado, Tecnologia de Alimentos, 2007.

THAMER, K. G., PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP. v.26, p. 590, 2006.