

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE
EMBALAGENS NO ARMAZENAMENTO DE DOCE DE
LEITE EM TABLETES**

AUTOR: Diogo Cunha Furtado
ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso dos Santos
COORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Letícia Fleury Viana

RIO VERDE - GO
Março - 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS NO ARMAZENAMENTO DE DOCE DE LEITE EM TABLETES

AUTOR: Diogo Cunha Furtado
ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso dos Santos
COORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Letícia Fleury Viana

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Tecnologia e Processamento de Alimentos

Rio Verde - GO
Março - 2017

Furtado, Diogo Cunha.

Avaliação de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de doce de leite em tabletes / Diogo Cunha Furtado. Rio Verde – 2017.

61 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, 2017.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso dos Santos.

Bibliografia

1. Concentrado lácteo. 2. Armazenamento. 3. Embalagem. I. Doce de leite em tabletes. II. Armazenamento. Instituto Federal Goiano – Campus Rio

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS
NO ARMAZENAMENTO DE DOCE DE LEITE EM
TABLETES**

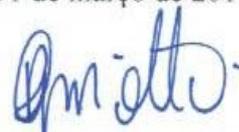
Autor: Diogo Cunha Furtado
Orientadora: Priscila Alonso dos Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração
em Tecnologia e Processamento de Alimentos.

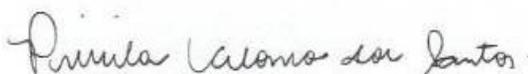
APROVADA em 31 de março de 2017.



Profª. Drª. Mayra Conceição P. M. Lima
Avaliadora interna
IF Goiano/Rio Verde



Prof. Dr. Rodrigo Garcia Motta
Avaliador externo
UniRV/Rio Verde



Profª. Drª. Priscila Alonso dos Santos
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, agradeço pela proteção, aprendizados e bênçãos.

Aos meus pais Amélia da Cunha Furtado e Sebastião José da Silva, pelo incentivo constante, auxílio e suporte em todos os momentos. Agradecimento pelos exemplos de honestidade, humildade, caráter e companheirismo.

A Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso dos Santos, pela dedicação, empenho, disponibilidade, compreensão e auxílio. Agradeço pelos exemplos como pesquisadora, pessoa e gestora.

Às acadêmicas e estagiárias do curso de Engenharia de Alimentos, que foram fundamentais na execução deste trabalho: Nathália Duarte Leite, Daiane Souza Peres, Mayara Morais Rezende, Jéssyca Pinheiro Silva.

A Nyanne Oliveira Fiuza e George Antônio Andrade Nascimento, que com confiança possibilitou a fabricação dos doces de leite, com muito aprendizado e troca de informações. Experiência que mostrou a equipe o quão rico pode ser o contato entre empresários do ramo de alimentos, estudantes e pesquisadores.

Ao Prof. Dr. Osvaldo Resende do Laboratório de Pós-colheita de Sementes do IF Goiano – Campus Rio Verde, por possibilitar a execução das análises de textura e cor.

A todos os servidores do IF Goiano – Campus Rio Verde, que contribuíram de alguma forma durante todo o curso, especialmente aqueles que atuam na secretaria do PPGTA.

Agradeço a coordenação do PPGTA que sempre esteve disponível no auxílio aos mestrandos, em nome das Professoras Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins e Dr.^a Mariana Buranelo Egea.

A minha coorientadora Prof.^a Dr.^a. Letícia Fleury Viana, pelo auxílio quanto a microbiologia.

A doutoranda Ellen Caroline Silvério Vieira do PPGCTA da UFG, pelo auxílio nas análises estatísticas e aprendizado durante o período que fomos docentes no IF Goiano – Campus Morrinhos.

Ao mestrando do PPGCTA da UFV, Richard Marins Silva, pelas contribuições e dicas que enriqueceram o trabalho.

A todos os colegas da primeira turma do PPGTA do IF Goiano – Campus Rio Verde, pela troca de experiências e os fins de semana de estudos.

Ao estimado Carlos Alberto Cabral Júnior, pela compreensão da importância do presente trabalho, proporcionando dias livres para escrever e tabular os dados.

Aos membros da banca, Prof.^a Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins e Prof. Dr. Rodrigo Garcia Motta, por aceitarem prontamente o convite e contribuírem com suas sugestões.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Diogo Cunha Furtado, natural de Rio Verde, Goiás, filho de Amélia da Cunha Furtado. Formou-se em Engenharia de Alimentos no IF Goiano – Campus Rio Verde em 2013, atuando durante a graduação como monitor de ensino de química orgânica, posteriormente bolsista de iniciação científica PIBIC, estagiário em indústrias de extração de óleo de soja e frigorífico de industrializados cárneos. Atuou como líder de produção em frigorífico no setor de industrializados, analista de SAC em laticínio, posteriormente foi professor substituto do IF Goiano – Campus Morrinhos e atualmente trabalha na área de controle de qualidade em indústria de laticínios. Em 2015 tornou-se mestrando do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos pelo IF Goiano – Campus Rio Verde, com pesquisas voltadas para o estudo de melhoria de processos e sistema de embalagem para o armazenamento de produtos de origem animal, especificamente doce de leite em tabletes.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Mercado de leite e derivados	3
2.2 Doce de leite	4
2.3 Tecnologia de fabricação	6
2.3.1 Seleção e redução da acidez do leite	8
2.3.2 Adição dos ingredientes	9
2.3.3 Aquecimento e concentração.....	10
2.3.4 Bateção e resfriamento	11
2.3.5. Envase, embalagem e armazenamento	11
2.4 Aspectos de qualidade físico-química e microbiológica de doce de leite	13
2.5 Embalagem para doce de leite	15
2.6 Referências bibliográficas	15
3. OBJETIVOS	20
3.1. Geral	20
3.2. Específicos	20
4. CAPÍTULO I	21
4.1 Introdução	23
4.2 Material e métodos	24
4.2.1 Elaboração do doce de leite em tabletes.....	24
4.2.2 Análise de cor instrumental.....	25
4.2.3 Análise do perfil de textura	26
4.2.4 Análises físico-químicas.....	26
4.2.5 Avaliação do rendimento.....	26
4.2.6 Análises microbiológicas	26
4.2.7Análises estatísticas	26
4.3 Resultados e discussão.....	27
4.3.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e de cor.....	27
4.3.2 Avaliação da textura.....	34
4.3.3 Análises microbiológicas	36
4.3.4 Rendimento	38
4.4 Conclusão	38
4.5 Referências bibliográficas	39

APÊNDICES	44
APÊNDICE A. Representação esquemática das avaliações.	45
APÊNDICE B. Embalagens utilizadas no armazenamento das amostras de doce de leite em tabletes.	45
APÊNDICE C. Método de adição do açúcar utilizado.	46
APÊNDICE D. Resultados das avaliações físico-químicas e de cor instrumental.....	47
APÊNDICE E. Evidência de condensado na caixa redutora e estrutura do cavalete do tacho.	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Requisitos físico-químicos para doce de leite, doce de leite em tabletes e doce de leite com creme, conforme Padrão de Identidade e Qualidade do doce de leite (BRASIL,1997).....	5
Tabela 2	Critérios microbiológicos para doce de leite segundo Brasil (1997) e Brasil (2001).....	6
Tabela 3	Principais componentes de um tacho para fabricação de doce de leite: funções e efeitos positivos.....	8
Tabela 4	Modificações e conseqüências causadas pelo aquecimento e concentração de leite.	10
Tabela 5	Valores médios de umidade (g/100g), cinzas (g/100g), proteínas (g/100g), lipídeos (g/100g) e coordenadas de cor instrumental L*, a*, b*, C* e ângulo hue de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	26
Tabela 6	Umidade (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	27
Tabela 7	Teor de proteínas (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	28
Tabela 8	Teor de lipídeos (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	29
Tabela 9	Luminosidade (adimensional) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	30
Tabela 10	Valores médios do parâmetro de cor instrumental a* (adimensional) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	31
Tabela 11	Perfil de intensidade de amarelo (b*) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	32
Tabela 12	Parâmetros microbiológicos dos doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Volume brasileiro de exportação e importação de doce de leite entre 2005 e 2014....	3
Figura 2	Representação esquemática para definição de doce de leite proposta por Brasil (1997).....	5
Figura 3	Esquema da fabricação de doce de leite. Adaptado de Perrone (2007).....	6
Figura 4	Esquema de um tacho utilizado na fabricação de doce de leite.....	7
Figura 5	Representação esquemática das formas de adição de açúcar para fabricação de doce de leite.....	9
Figura 6	Processo industrial de corte de doce de leite em tabletes.....	12
Figura 7	Varição dos valores médios de dureza (A), adesividade (B), coesividade (C), elasticidade (D), fraturabilidade (E) e mastigabilidade (F) de doce de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75% durante 180 dias de armazenamento.....	33

LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACOES E UNIDADES

%	Porcentagem
a*	Coordenada de cor instrumental
AISI 304	Liga de aço inox para indicado para contato com alimentos
Aus	Ausência
b*	Coordenada de cor instrumental
Cm ³ /g	Centímetros cúbicos por grama
C*	Cromaticidade
DLT	Doce de leite em tabletes
g	Gramas
H	ngulo hue
kg	Quilogramas
Kgf/cm ³	Quilograma-força por centímetro cúbico
kPa	Quilo pascal
L*	Luminosidade
MDL	Massa de doce de leite
m	Massa
mm	Milímetros
mm/s	Milímetros por segundo
N	Normalidade
NMP/g	Número mais provável por grama
PB	Pureza do bicarbonato
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PP	Polipropileno
PVC	Policloreto de Vinila
psi	Libra por polegada quadrada
rpm	Rotações por minuto
SM	Soma do peso de todos os ingredientes
SS	Sólidos solúveis
UFC/g	Unidade formadora de colnias por grama
v	Volume
Brix	Graus Brix
C	Graus Celsius
D	Graus Dornic
η	Rendimento

RESUMO

FURTADO, DIOGO CUNHA. IF Goiano – Campus Rio Verde, março de 2017. **Avaliação de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de doce de leite em tabletes**. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso dos Santos. Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Letícia Fleury Viana.

O doce de leite apresenta relevante importância econômica e cultural na América Latina. Entretanto, barreiras comerciais pela falta de padronização e estabilidade do produto, ao longo do armazenamento, são fatores que comprometem a exportação desse derivado lácteo. Dessa forma, objetivou-se neste trabalho investigar a estabilidade de doce de leite em tabletes (DLT) durante a vida útil acondicionados em diferentes embalagens. Os doces foram elaborados em agroindústria, por cocção dos ingredientes em tacho aberto sob agitação constante até 75 °Brix. Tabletes de DLT foram selecionados e acondicionados em três tipos de embalagens, sendo bandejas de isopor com PVC (PVC), potes de Polipropileno (PP) e sacos de Polietileno de Baixa Densidade a vácuo (PEBD). A estabilidade físico-química (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos), microbiológica (fungos e leveduras, *Staphylococcus* spp, *Salmonella* sp e coliformes termotolerantes), perfil de textura (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, fraturabilidade e mastigabilidade) e cor (L*, a*, b*, C* e ângulo hue) dos DLT foram acompanhados com avaliações em 0, 45, 90, 135 e 180 dias, e o rendimento calculado. Com relação às características físico-químicas, os doces elaborados atenderam aos requisitos fixados pela legislação vigente, que foram preservados até 180 dias. A embalagem PVC apresentou doces com menor umidade ($p < 0,05$) e maior perda de água (64,14%). Não houve diferença ($p < 0,05$) nos teores de lipídeos e cinzas entre os tratamentos, enquanto PVC apresentou as maiores médias de proteínas. A embalagem de PVC influenciou no aumento da dureza e redução da fraturabilidade, com perda da maciez e surgimento de textura quebradiça. Em contrapartida o PEBD foi eficiente para manter os parâmetros de textura praticamente inalterados por seis meses. Doces mais claros e amarelos foram obtidos quando armazenados em PVC, ao contrário, o PEBD apresentou tabletes mais escuros e com menor intensidade de b*. Durante o período de armazenamento os doces apresentaram ausência de microrganismos contaminantes até 180 dias. A contagem de fungos e leveduras apresentou-se acima do permitido durante a vida útil estudada para todos os tratamentos. As informações do presente estudo contribuíram para a compreensão do comportamento das características de doces de leite em tabletes durante o armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: concentrado lácteo, armazenamento, embalagem, tabletes.

ABSTRACT

FURTADO, DIOGO CUNHA. IF Goiano - Rio Verde Campus, March 2017. Evaluation of different types of packaging in the storage of Dulce de leche in tablets. Advisor: Profa. Dra. Priscila Alonso dos Santos. Co-advisor: Profa. Dra. Leticia Fleury Viana.

The Dulce de leche has economic and cultural importance in Latin America. However, trade barriers due to the lack of standardization and product stability throughout the storage are factors that compromise the export of this dairy product. In this way, the objective of this work was to investigate the stability of dulce de leche in tablets (DLT) during the shelf life using different packages. The sweets were elaborated in agribusiness, by cooking the ingredients in open pan under constant agitation up to 75 °Brix. DLT tablets were selected and packaged in three types of packaging, styrofoam trays with PVC (PVC), Polypropylene (PP) and Low Density Polyethylene (LDPE) bags. The physical-chemical stability (moisture, ashes, proteins and lipids), microbiological (fungi and yeasts, *Staphylococcus* spp, *Salmonella* sp and thermotolerant coliforms), texture profile (hardness, cohesiveness, adhesiveness, elasticity, fracturability and chewability) and color L*, a*, b*, C* and hue angle) of DLT was monitored at 0, 45, 90, 135 and 180 days, and the yield calculated. Regarding the physical-chemical characteristics, the elaborated sweets met the requirements established by the current legislation, which were preserved up to 180 days. The PVC packaging presented sweets with lower humidity ($p < 0.05$) and greater water loss (64.14%). There was no difference ($p < 0.05$) in lipid and ash contents between treatments, while PVC had the highest protein mean values. The PVC packaging influenced the increase in hardness and reduction of fracture, with loss of softness and appearance of brittle texture. In contrast, LDPE was efficient to keep the texture parameters practically unchanged for six months. Lighter and yellower candies were obtained when stored in PVC, whereas LDPE presented darker and less intense b* tablets. During the storage period, the sweets showed absence of contaminating microorganisms up to 180 days. The fungi and yeast counts were above the allowable value during the useful life studied for all the treatments. The information in the present study contributed to the understanding of the behavior of dulce de leche characteristics in tablets during storage.

KEY WORDS: dairy concentrate, storage, packaging, tablets.

1. INTRODUÇÃO

O doce de leite é definido como produto concentrado de leite ou leite reconstituído por ação de calor a pressão atmosférica ou reduzida, sendo facultativa a adição de outras substâncias alimentícias e sólidos de origem láctea incluindo creme, adicionado de sacarose com substituição parcial ou não por monossacarídeos e dissacarídeos (BRASIL, 1997). Constitui-se como um derivado lácteo originário da América Latina, sendo Argentina e Brasil os maiores produtores e comercializadores (HOSKEN, 1969; PERRONE et al., 2011). Pode ser utilizado para confeitaria, sorveteria, consumido puro ou em acompanhamento com queijos, pães, frutas e biscoitos (MACHADO, 2005).

O volume de doce de leite fabricado no Brasil não pode ser estimado por causa da escassez de dados sobre o volume produzido (PERRONE et al., 2012), o mercado é tipicamente descentralizado com muitos produtores artesanais, dificultando assim coletas de dados para análise desse mercado. Ao contrário, a Argentina destaca-se como maior produtor mundial de doce de leite, o mercado é dominado pelas indústrias e organizado de forma centralizada, com padronização e uniformidade atendendo aos padrões exigidos pelo mercado externo (PERRONE, 2006; SANTOS, 2007).

A grande escassez de referências científicas na literatura sobre doce de leite é atribuída à produção caseira praticada no Brasil e ao consumo concentrado principalmente na América do Sul, com pesquisas científicas desenvolvidas somente nos países dessa região. Dessa forma, observa-se que não há uniformidade na qualidade dos doces fabricados pela grande variação nos parâmetros físico-químicos e sensoriais, constituindo como entrave para o mercado europeu e norte americano (PAVLOVIC et al., 1992; DEMIATE et al., 2001; PERRONE, 2007; GALLINA et al., 2009). Além disso, faz-se necessário conhecer o comportamento do produto durante sua vida útil frente a diversas embalagens disponíveis, uma vez que não são encontrados na literatura investigações científicas sobre o doce de leite em tabletes.

A vida de prateleira dos produtos alimentícios é determinada por processos deteriorantes os quais são influenciados pelo teor de água presente no alimento, este provoca a deterioração mais acelerada, ou menor vida útil. Portanto, o conhecimento do teor de umidade dos produtos doces é um dos parâmetros que pode ser utilizado para determinar o tempo de vida útil, tipos de embalagens e condições de armazenamento adequadas para os produtos (FERREIRA et al., 2012). Dessa maneira, o presente estudo desdobra-se sobre o objetivo de avaliar as características físico-

químicas, microbiológicas, cor e textura de doces de leite em tabletes produzidos em agroindústria situada em Rio Verde - GO e acondicionados sob embalagens constituídas de diferentes materiais (bandejas de isopor com PVC, potes de Polipropileno e sacos de Polietileno de Baixa Densidade a vácuo) com avaliações a cada 45 dias durante 180 dias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mercado de leite e derivados

O Brasil encontra-se como um dos maiores produtores de leite bovino no mercado mundial, e de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram produzidos pouco mais de 35,0 bilhões de litros em 2015. O estado brasileiro com maior produção é Minas Gerais respondendo por 26,1% desse total, seguido por Paraná (13,3%), Rio Grande do Sul (13,1%), e Goiás (10,1%) em quarto lugar com 3,31 bilhões de litros produzidos (IBGE, 2015).

O doce de leite constitui-se como um derivado lácteo tradicional na América Latina, mas principalmente na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, México, Peru e Uruguai onde é conhecido por diferentes nomes em cada país. A exportação do produto é normalmente para aplicação como saborizante em sorvetes, puro ou associado a chocolate, pães, biscoitos, queijos e frutas. Também é utilizado em confeitaria na elaboração de bolos, bombons e confeitos (SOUZA, 1990; MONTENEGRO, 2008).

O volume de doce de leite exportado e importado pelo Brasil está disposto na Figura 1. Primeiramente observa-se que há um saldo negativo, ou seja, a quantidade desse produto que está sendo importada é maior que aquela que é produzida no Brasil e vendida a outros países. O volume total importado é proveniente de países do Mercosul, sendo 89% da Argentina e 11% do Uruguai.

**Balança comercial de doce de leite (ton.)
2005/2014**

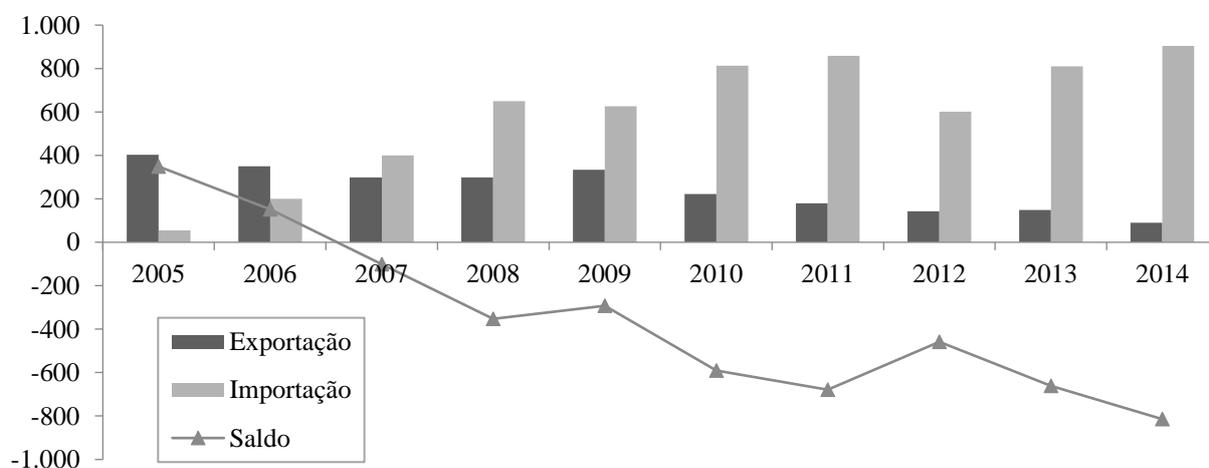


Figura 1. Volume brasileiro de exportação e importação de doce de leite entre 2005 e 2014.
Fonte: Adaptado de Agrostat com dados SECEX/MDIC (2015).

No Brasil, o doce de leite apresenta grandes contrastes quanto ao porte das indústrias, apresentando desde elaboração de forma caseira até grandes instalações, com mercado em microrregiões ou distribuição nacional. A produção concentrada na América do Sul é o principal motivo da escassez de referências em literatura científica do produto. Assim, as pesquisas desenvolvidas no Brasil e Argentina, e enfocam somente processamento e qualidade, sem abordar temas como composição química (PAVLOVIC et al., 1992; DEMIATE et al., 2001) e otimização dos parâmetros de processo ligados a qualidade do produto final.

O mercado de doce de leite no Brasil é tipicamente descentralizado com muitos produtores artesanais, dificultando assim coletas de dados para análise desse mercado. Diferentemente, no principal produtor mundial desse doce, a Argentina, as indústrias dominam a produção. Essa característica de mercado centralizada é extremamente vantajosa, pois de forma uniforme atende-se aos padrões exigidos pelo mercado externo (PERRONE, 2006; SANTOS, 2007).

A prospecção e expansão de novos mercados para doce de leite exige padronização das características sensoriais do produto, proporcionando maior aceitação do consumidor (GAZE et al., 2015). A otimização dos parâmetros de processo na fabricação de doce de leite é necessária para aumentar competitividade do produto brasileiro no mercado externo e conferir padronização.

2.2 Doce de leite

O doce de leite é definido como derivado lácteo obtido por concentração de leite ou leite reconstituído através da ação do calor, nas condições de pressão atmosférica ou reduzida. Permite-se a adição facultativa de outras substâncias alimentícias, sólidos de origem láctea e/ou creme, aditivos e coadjuvantes de tecnologia autorizados e em conformidade com as concentrações máximas autorizadas. A sacarose constitui-se como um ingrediente obrigatório e deve ser adicionado até 30 kg para cada 100 litros de leite, podendo ser substituída em no máximo 40% (m/m) por mono e dissacarídeos (BRASIL, 1997). Essa definição proposta pelo Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite pode ser ilustrada esquematicamente através da Figura 2.

Devido a sua matéria-prima, o doce de leite é um derivado lácteo de alto valor nutricional e excelentes características sensoriais, sendo fonte significativa de proteínas, vitaminas e minerais (MARTINS; LOPES, 1980). Poderá ser apresentado nas formas cremosa ou pastosa, sólida, semissólida ou parcialmente cristalizada (BRASIL, 1997). A diferença entre esses produtos está na concentração de sólidos do produto final, uma vez que o doce pastoso requer menor quantidade de sacarose (15 a 30%) e menor tempo de cocção, apresentando umidade de aproximadamente 30%. Ao contrário, no doce em tabletes utiliza-se maior proporção de açúcar (cerca de 30% em relação a

quantidade de leite), com agitações mais lentas para adquirir maior consistência (SOUSA et al., 2002).

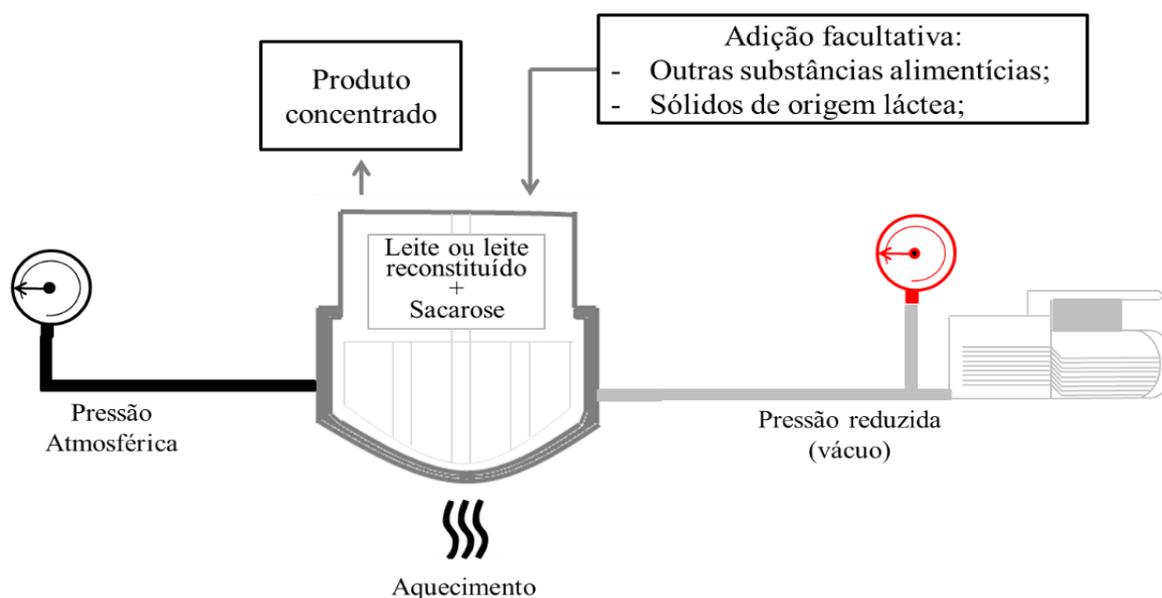


Figura 2. Representação esquemática para definição de doce de leite, adaptado de Brasil (1997).

Para os diferentes produtos elaborados, a Tabela 1 apresenta seus respectivos requisitos físico-químicos estabelecidos pelo Padrão de Identidade e Qualidade de Doce de Leite para o Mercosul, Portaria N° 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 1997).

Tabela 1. Requisitos físico-químicos para doce de leite, doce de leite em tabletes e doce de leite com creme, conforme Padrão de Identidade e Qualidade do doce de leite (BRASIL, 1997).

Parâmetros	Doce de leite pastoso	Doce de leite em tabletes	Doce de leite com creme
Umidade (g/100g)	Máximo de 30,0	Máximo de 20,0	Máximo de 30,0
Lipídeos (g/100g)	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	Maior que 9,0
Cinzas (g/100g)	Máximo de 2,0	Máximo de 2,0	Máximo de 2,0
Proteínas (g/100g)	Mínimo de 5,0	Mínimo de 5,0	Mínimo de 5,0

A Tabela 2 apresenta as tolerâncias das análises microbiológicas preconizadas pela legislação, através do Padrão de Identidade e Qualidade de Doce de Leite para o Mercosul, Portaria N° 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 1997), que sugere as análises de contagem de *Staphylococcus spp* (coagulase positiva) e contagem de fungos e leveduras. E também do Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, Resolução – RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001) que orienta a avaliação da qualidade

higiênico-sanitária do doce de leite através das análises de enumeração de coliformes a 45 °C, pesquisa de *Salmonella* sp e contagem de *Staphylococcus* spp coagulase positiva.

Tabela 2. Critérios microbiológicos para doce de leite segundo Brasil (1997) e Brasil (2001).

Referências	Análises	Limite máximo
Brasil (2001)	Coliformes a 45°C	50 NMP/g
	<i>Salmonella</i> sp.	Ausente em 25 g
Brasil (1997) e Brasil (2001)	<i>Staphylococcus</i> spp coag. Pos./g	10 ² UFC/g
Brasil (1997)	Fungos e leveduras	10 ² UFC/g

Legenda: UFC/g = unidades formadoras de colônias por grama; NMP/g = número mais provável por grama.

A fabricação de doce de leite seja de forma artesanal ou industrial requer conhecimento das variáveis do processamento e das medidas de controle dos atributos de tecnologia, como qualidade do leite e parâmetros de pressão e temperatura. Possibilitando o controle dos custos industriais, atendimento aos requisitos da legislação, garantia da segurança alimentar e operacional, bem como a padronização do produto acabado (PERRONE et al., 2012).

2.3 Tecnologia de fabricação

A elaboração de doce de leite consiste basicamente na aplicação indireta de calor em equipamentos de aço inoxidável, chamados evaporadores ou tachos, através de vapor proveniente de caldeiras. O objetivo deste processo consiste na evaporação de água da mistura entre leite, sacarose, aditivos e demais ingredientes provocando a concentração de sólidos e modificações características do produto como coloração (PERRONE, 2007). A representação esquemática da fabricação de doce de leite está apresentada na Figura 3.

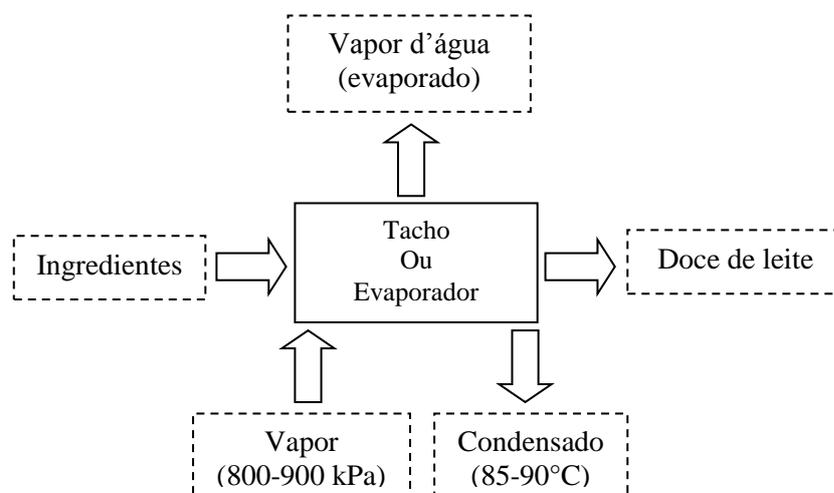


Figura 3. Esquema da fabricação de doce de leite. Adaptado de Perrone (2007).

Do ponto de vista tecnológico, o doce de leite assim como leite condensado situa-se dentre os derivados lácteos obtidos por evaporação e adição de açúcar, possui alta pressão osmótica devido a adição de sacarose e pode ser conservado a temperatura ambiente pela inativação ou eliminação de grande parte dos microrganismos (ARES; GIMENEZ; GAMBARO, 2006).

Os equipamentos utilizados na fabricação de doce de leite dependem do nível tecnológico disponível, podem ser artesanais, tachos por batelada, contínuos, evaporadores a vácuo ou evaporadores em tacho. Esse último é dotado de parede dupla de aço inoxidável, denominada camisa, sendo o trocador de calor mais utilizado. A escolha do tipo de equipamento e quantidade de vapor injetado influenciam diretamente no tempo total necessário para fabricação do doce de leite, que pode variar de 40 minutos a 4 horas. O intervalo de tempo que o produto fica sobre aquecimento é fator determinante nas características do produto final como a viscosidade, a cor e o sabor (PERRONE, 2007). Além disso, impacta diretamente na competitividade da indústria que produz doce de leite.

Na Figura 4, é representado através de esquema o tipo tacho mais utilizado na fabricação de doce de leite e suas partes principais.

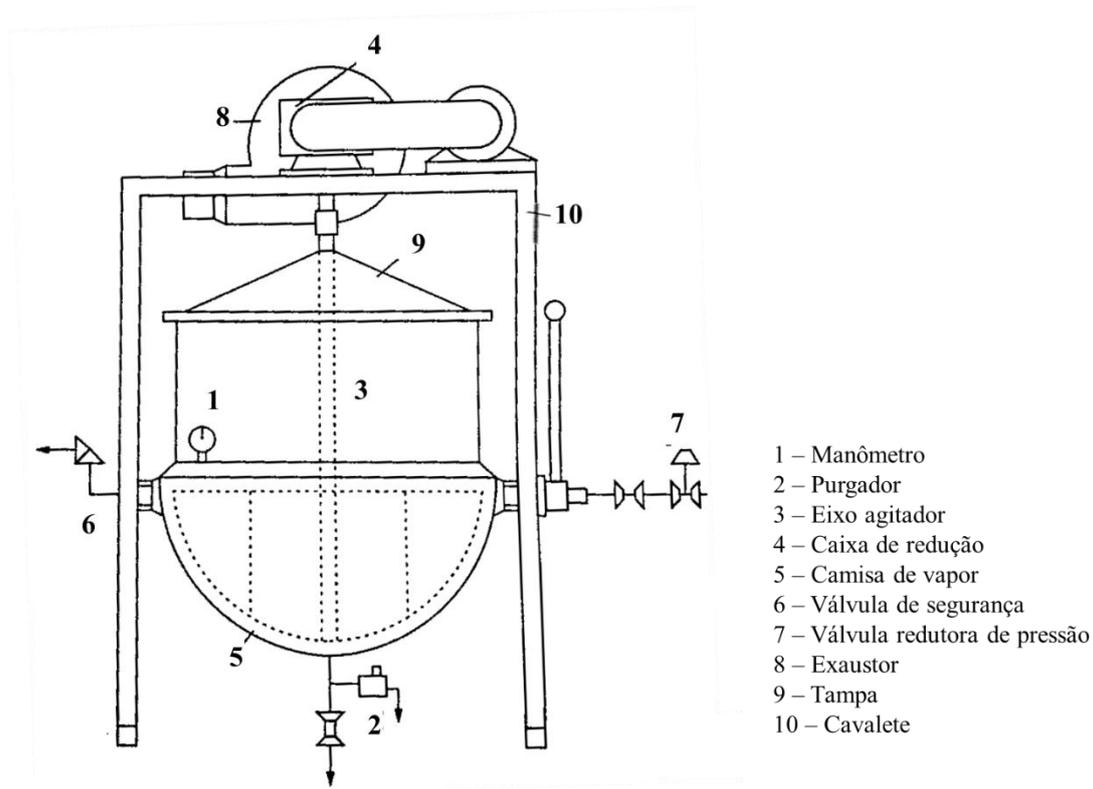


Figura 4. Esquema de um tacho utilizado na fabricação de doce de leite. Adaptado de Perrone et al. (2011) e Perrone (2007).

Alguns componentes da estrutura de um tacho para fabricação de doce de leite possuem funções que proporcionam efeitos positivos para o processo de fabricação, bem como para a elaboração de um produto de qualidade e seguro, conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3. Principais componentes de um tacho para fabricação de doce de leite: funções e efeitos positivos.

Componente	Função	Efeito
Manômetro	• Medir a pressão da camisa de vapor	- Controle do tempo de fabricação - Segurança do processo
Purgador	• Eliminar condensado da camisa de vapor	- Maior eficiência de troca de calor - Economia de vapor
Eixo agitador	• Promover a movimentação da calda	- Homogeneização da temperatura - Facilita evaporação de água - Impede a queima do produto
Exaustor	• Retirar o evaporado proveniente do aquecimento	- Impede a condensação - Acelera o processo de concentração
Tampa	• Proteger o produto • Reduzir o evaporado dispensado para o ambiente	- Menor possibilidade de queda de corpos estranhos no produto - Formação de condensado no teto da área de produção eliminado - Evita contaminação cruzada pelo retorno de gotas de condensado do ambiente para calda - Aumenta vida útil da sala de produção e equipamentos

Fonte: Adaptado de Perrone et al. (2012).

O dimensionamento do equipamento deve ser levado em consideração para aquisição de tachos ou evaporadores, segundo Perrone et al. (2011) a utilização de pequenos volumes de leite em relação a capacidade total de trabalho dos mesmos interfere na cor do produto final. O teor de sólidos é atingido rapidamente resultando em um produto muito claro e conseqüentemente descaracterizado como doce de leite. Sabendo-se que o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecido por Brasil (1997) estabelece como requisito sensorial a coloração castanha caramelado proveniente da reação de *Maillard*.

Com relação ao rendimento, considerando-se a mesma matéria-prima, para doce de leite em pasta são necessários 2,2kg de leite para cada quilograma de doce e 2,1 kg de leite para obtenção de 1 kg de doce de leite em tabletes ou barra (PERRONE et al., 2011).

2.3.1 Seleção e redução da acidez do leite

A qualidade físico-química, microbiológica e a porcentagem de sólidos ou extrato seco total (EST) do leite utilizado para elaboração de doce de leite são fatores importantes que interferem no

processo de fabricação e qualidades sensoriais. Variações do teor de gordura influenciam diretamente o EST, consequentemente o rendimento industrial e as características sensoriais como plasticidade, brilho, consistência e palatabilidade (PERRONE et al., 2011).

Para fabricação de doce de leite deve-se utilizar leite de boa qualidade com acidez entre 17 e 19°D (graus Dornic). Visando evitar a desestabilização das proteínas, a acidez deve ser reduzida até 13°D empregando-se o regulador de acidez bicarbonato de sódio. A utilização de leite com quantidade elevada de ácido láctico pode causar graves defeitos no produto final como textura esfarinhada ou talhada, pela precipitação da caseína, requerendo maior adição do regulador de acidez promovendo coloração escura e alteração de sabor (PINTO, 1979; MACHADO, 2005).

2.3.2 Adição dos ingredientes

A sacarose utilizada na elaboração deve ser de boa qualidade, uma vez que a presença de impurezas altera a taxa de crescimento e a morfologia dos cristais de sacarose (ORDÓNEZ, 2005). A adição do açúcar pode ocorrer de três formas conforme Ribeiro (1948) e Perrone et al. (2011) conforme lista abaixo representada esquematicamente pela Figura 5, entretanto, ainda não foram publicados estudos para demonstrar as vantagens de cada método.

- A) Adicionar a quantidade total de leite e açúcar ao tacho;
- B) Adicionar todo leite e o açúcar em três partes iguais: 1/3 da quantidade antes da fervura, 1/3 ao início da fervura e 1/3 após a ebulição;
- C) Preparar uma calda prévia de açúcar em água ou leite, pasteurizar e adicionar ao leite no início do processo.

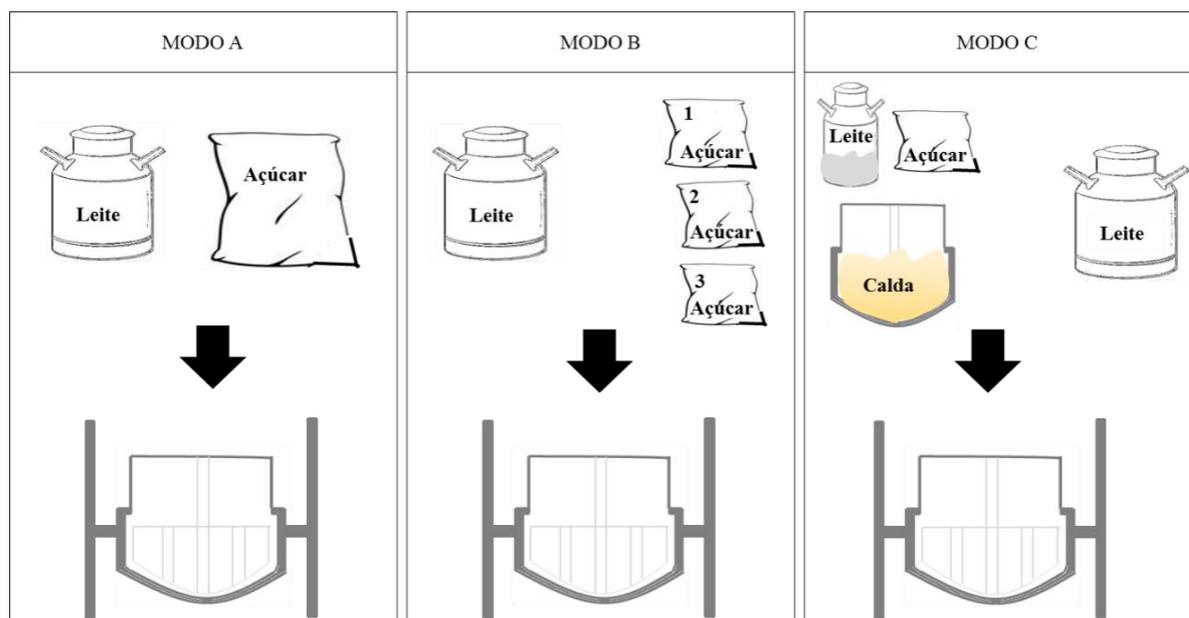


Figura 5. Representação esquemática das formas de adição de açúcar para fabricação de doce de leite. Fonte: Adaptado de Ribeiro (1948) e Perrone et al. (2011).

Outros ingredientes são comumente adicionados ao doce de leite de forma opcional como o amido e glicose. Esse primeiro é utilizado para evitar a cristalização e consequente formação de cristais perceptíveis sensorialmente, mas apesar de aumentar o rendimento provoca alterações nas características do produto. A glicose proporciona melhores resultados quanto ao surgimento de cristais indesejáveis quando aplicada até 2% (m/m), a partir dessa concentração altera o paladar e provoca escurecimento (HOSKEN, 1969).

2.3.3 Aquecimento e concentração

Ao início do processamento com aquecimento e fervura da calda (leite e açúcar), a válvula do purgador de vapor deve ser mantida aberta para retirada da água ou condensado acumulado na camisa de vapor. Após o fechamento da válvula do purgador inicia-se a concentração de sólidos (MESQUITA FILHO, 1985), com agitação constante (72-80 rpm), e esse processo acarreta uma série de modificações que caracterizam o doce de leite e provoca várias modificações conforme apresenta a Tabela 4. A agitação deve ser intermitente ao longo de todo processo para evitar deposição nas paredes do tacho e impedir que o produto queime (PERRONE, 2007)

Tabela 4. Modificações e consequências causadas pelo aquecimento e concentração de leite.

Modificações	Consequências
Redução da atividade de água	- Conservação do produto final
Mudança do equilíbrio salino	- Redução do pH - Alteração da força iônica
Degradação da lactose e formação de ácidos orgânicos	- Redução do pH
Desnaturação de proteínas e associação entre suas frações	- Elevação da viscosidade - Aumento da estabilidade térmica
Saturação da sacarose e lactose	- Cristalização
Reação de Maillard	- Escurecimento - Formação de antioxidantes

Fonte: Adaptado de Perrone (2007)

A determinação do ponto final da concentração do doce de leite é realizada através da determinação dos sólidos solúveis utilizando-se refratômetro Abbé. Valores médios entre 68 °Brix e de 85 °Brix caracterizam os doces de leite pastosos ou em tabletes, respectivamente (PERRONE et al., 2011).

2.3.4 Bateção e resfriamento

O fornecimento de calor na etapa de concentração é interrompido quando é alcançado o teor de sólidos solúveis desejado. Imediatamente, inicia-se o processo de resfriamento com agitação constante e circulação de água na camisa dupla do tacho até atingir 75°C, quando o doce pastoso é envasado a quente. No doce de leite em tabletes, a agitação é estendida por 20 a 30 minutos para facilitar o processo de cristalização controlada ou bateção, que proporcionará ao produto final características de textura e corte desejados, sensação de solubilidade quando ingerido, incorporação de ar, consistência macia e agradável (RIBEIRO, 1948; KROLOW; RIBEIRO, 2006; PERRONE et al., 2011). Para Laguna e Egito (2008) o aparecimento da cor opaca no doce pode ser um indicativo que o mesmo atingiu as características necessárias para ser submetido posteriormente ao corte. O tempo de bateção pode variar a depender do equipamento, volume de massa, velocidade de rotação das pás de agitação e da consistência desejada.

O processo de resfriamento pode influenciar na redução do tempo de fabricação e funcionamento do equipamento. Portanto, devem ser verificados os parâmetros operacionais dessa etapa, uma vez que a redução muito lenta de temperatura favorece o surgimento de grandes cristais e rápido decréscimo favorece o surgimento de vários cristais pequenos (ZUNINO, 1998).

2.3.5. Envase, embalagem e armazenamento

Segundo Kurlat (2010) e Agibert (2013), algumas recomendações devem ser seguidas durante o envase de doce de leite pastoso, como executar o envase do produto com temperatura próxima de 70°C para garantir as características reológicas apropriadas para dosagem na embalagem, facilitando o escoamento. Além disso, as embalagens devem estar em perfeitas condições de higiene, recomenda-se a utilização de embalagem de vidro com tampa de rosca, que devem ser tampadas imediatamente após o enchimento, de modo a evitar a formação de bolsas de ar posicionando-as com a tampa para baixo para retardar o possível desenvolvimento de fungos. O armazenamento deve ser conduzido em local limpo e arejado, em temperatura entre 20°C e 30°C.

No caso do doce de leite em tabletes, deverá ocorrer o resfriamento completo da massa para que atinja consistência suficiente para manipulação (LAGUNA; EGITO, 2008). Deve-se atentar para que o resfriamento ocorra em recipiente devidamente higienizado e de superfície plana (ausente de deformações), o doce irá aderir ao formato de onde tenha sido colocado afetando diretamente a padronização e apresentação visual do produto. O tempo de resfriamento pode variar de acordo com as condições de repouso, ou seja, quantidade de doce a ser resfriada, altura da massa, ventilação do local, material da mesa, etc.

O momento do corte da massa de doce de leite pode ser estabelecido quando constatado que ao ser cortada com uma faca, a lâmina da mesma saia limpa e não grude no doce (VIEIRA;

JUNIOR, 2004). O corte pode ser realizado com auxílio de uma faca devidamente higienizada, porém, para fabricação em escala industrial podem ser utilizados equipamentos de corte para esse fim como apresenta a Figura 6, para promover uniformidade dos tabletes, reduzir desperdícios e reduzir o tempo de processo.

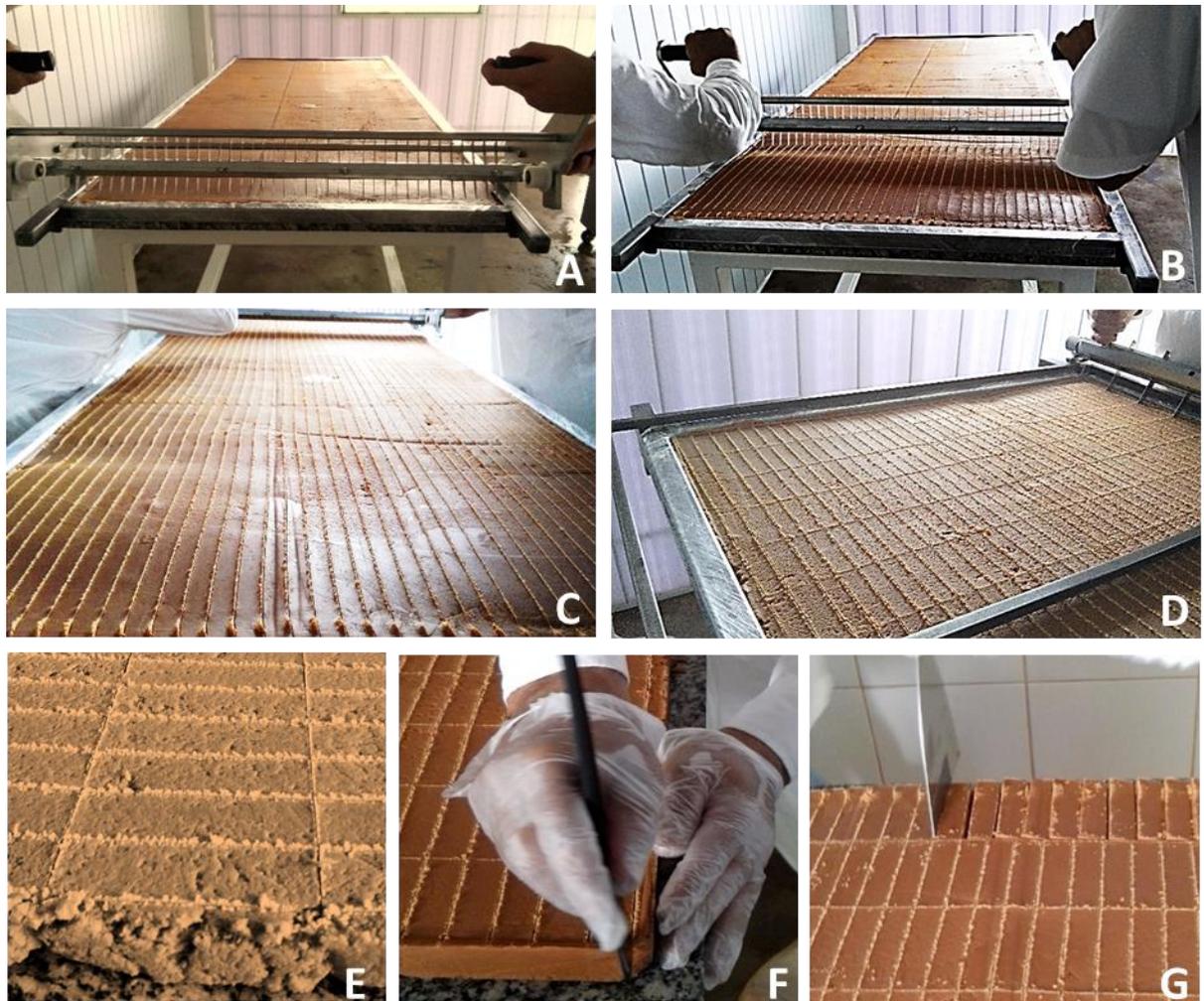


Figura 6. Processo industrial de corte de doce de leite em tabletes. Fonte: Arquivo pessoal (2017).

No processo de corte apresentado na Figura 6, deve-se primeiramente realizar a fixação do equipamento de corte (A), introduzir as navalhas na massa e deslizá-las até o fim da mesa para realizar o corte longitudinal (B e C), instalar o suporte e realizar o corte transversal (D). Em seguida, retirar os doces das arestas que contêm imperfeições (E) e desafixá-los (F). Como última etapa do processo de corte, deve-se separar os tabletes com auxílio de uma espátula (G).

Na literatura são escassos estudos que sugiram o tipo de embalagem e tempo de armazenamento para doce de leite em tabletes ou ainda que avaliem sua vida útil, porém alguns autores sugerem o armazenamento entre 60 dias quando utilizadas embalagens de polietileno sob vácuo (LAGUNA; EGITO, 2008) até 12 meses (VIEIRA; JUNIOR, 2004) quando armazenados em

formas plásticas previamente forradas com plástico impermeável ou PVC. Gallina e colaboradores (2009) sugerem que a durabilidade durante o armazenamento de doce de leite pastoso pode variar entre 160 e 180 dias, porém deve ser de responsabilidade de cada fabricante a determinação do tempo de vida de prateleira.

2.4 Aspectos de qualidade físico-química e microbiológica de doce de leite

Os fabricantes de doce de leite no Brasil, apresentam grande variabilidade tecnológica entre si, também quanto ao volume de produção, processos e formulações utilizados, gerando grande discrepância na qualidade e padronização dos produtos disponíveis no mercado (PAVLOVIC et al., 1992). Várias pesquisas apontam grandes discrepâncias entre as características físico-químicas de marcas comerciais de doce de leite. Ferreira e colaboradores (2012) investigaram seis marcas de doce de leite e notaram grande variação na cor, na textura e na atividade de água existente entre as amostras avaliadas no mesmo período de validade. Turcatel e colaboradores (2014) sugeriram que a formulação tradicional de doce de leite sofreu várias modificações ao longo dos anos, embora ao comparar a receita tradicional em diferentes formulações, esses autores concluíram que as amostras se encontravam dentro dos padrões preconizados por Brasil (1997), podendo ser atribuído a permissividade da legislação brasileira.

Demiate e colaboradores (2001) avaliaram 42 marcas comerciais de doce de leite e verificaram que a maioria se apresentavam em desacordo com a legislação, sendo que 10 amostras apresentavam umidade excessiva ($>30\%$ m/m), 8 estavam com teor de proteínas baixo ($<5\%$ m/m) e outras 15 marcas apresentam alto teor de amido ($>3,0\%$ m/m). Altas quantidades de amido são comumente utilizadas para reduzir os custos de produção, indicando substituição de parte do leite por esse polissacarídeo, uma vez que considerando a adição permitida pela Portaria 354 de 1997 do MAPA (0,5g/100ml no leite) seria impossível atingir esses valores no produto final. Entretanto, as fraudes podem descaracterizar sensorialmente o produto como concluíram Konkel e colaboradores (2004), ao comparar a aceitação de doces com teor permitido e com excesso de amido, os autores observaram escores médios de 6,7 e 4,9, respectivamente.

Oliveira e colaboradores (2010) avaliaram seis doces de leite comercializados em Lavras/MG e verificaram que metade das amostras se apresentava em desconformidade quanto ao teor de umidade e com relação aos lipídeos nenhuma das marcas encontravam-se dentro da faixa preconizada pela legislação (6 a 9 g/100g). Esses autores atribuíram essas variações a falta de padronização de tecnologia, sendo esse fator um entrave frente ao grande potencial de exportação desse produto.

Observa-se que as pesquisas sobre doce de leite estão relacionadas ao produto pastoso, ao desenvolvimento de novos produtos, caracterização físico-química e estudo da cristalização durante

o armazenamento do mesmo, dessa forma há grande escassez de informações a respeito do doce em tabletes.

Quanto à qualidade durante a vida de prateleira, em geral, os doces de leite assim como a maioria dos produtos doces dificilmente apresentam problemas de origem microbiológica ou deteriorações desta natureza, desde que sejam manipulados cuidadosamente desde o preparo ao armazenamento. A estabilidade microbiológica está relacionada às modificações causadas em consequência da concentração do leite: aumento da pressão osmótica, redução da umidade, diminuição da atividade de água, aumento da higroscopicidade e aumento da viscosidade (EVANGELISTA, 2001; WALSTRA et al., 2001; FRANCO; LANDGRAF, 2008). Devido a essas características, mas, principalmente a alta pressão osmótica o doce de leite pode ser conservado em temperatura ambiente (MADRONA et al., 2009).

O desenvolvimento microbiano pode ser influenciado por vários fatores, dentre eles principalmente a disponibilidade de água no alimento. Dessa forma, sabendo-se que quanto maior o teor de sólidos solúveis menor será a quantidade de água no produto, conseqüentemente mais difícil será o desenvolvimento de microrganismos (TANN, 2009). Comparando-se o doce de leite em tabletes ao pastoso, este na forma sólida possui maior teor de sólidos solúveis (SOUSA et al., 2002), e portanto, maior estabilidade microbiológica.

Entretanto, não deve ser desconsiderada a possibilidade de bactérias patogênicas em doce de leite, pela alta concentração de carboidratos (TIMM et al, 2007) proporcionada pela adição de açúcares. Segundo Alais (1985), este concentrado lácteo pode prover condições para crescimento de microrganismos como fungos filamentosos e leveduras osmofílicas, mas também daqueles que são produtores de toxinas que causam intoxicações alimentares como *Staphylococcus* spp.

Sá (2012) avaliou três lotes diferentes de 8 fabricantes comerciais de doce de leite, e constatou que 25% das marcas apresentava contaminação microbiológica, seja por mesófilos aeróbios, leveduras ou *Staphylococcus* spp. coagulase negativa. Sousa e colaboradores (2002) verificaram contagem de fungos e leveduras em 22,2% das 18 amostras de doce de leite avaliadas. Também Timm e colaboradores (2007) verificaram preocupantes condições microbiológicas ao avaliar 28 amostras de doce de leite vendidas fracionadas ou a granel em supermercados, pois 96,4% apresentaram contagem de fungos e leveduras superior ao limite aceitável ($1,0 \times 10^2$ UFC/g) pela legislação (BRASIL, 1997) e em amostra apresentou a presença de *Salmonella*. Esses autores atribuíram a presença destes contaminantes ao fato de embora os doces sejam produzidos sob inspeção de órgãos fiscalizadores na indústria, o comércio varejista executa a venda fracionada deste produto, implicando em maior manipulação e exposição do mesmo a fontes de contaminação.

2.5 Embalagem para doce de leite

A crescente utilização de embalagens plásticas observada nas últimas décadas é principalmente, pelas características como transparência, leveza, resistência a quebra, versatilidade de formas e dimensões, e diversificados sistemas de fechamento. Os custos desses materiais são altamente competitivos quando comparados aos demais materiais, tornando-se interessantes para as indústrias e consumidores (ALVES, 2009).

Do ponto de vista microbiológico, o sistema de produção de doce de leite deve considerar obrigatoriamente que a embalagem proteja contra a perda de umidade e dificulte a passagem de oxigênio, além de impedir a contaminação microbiológica. Para isso são comumente utilizadas, para doce de leite pastoso, embalagens rígidas como copos e potes de vidro e as latas, que apresentam como vantagem o fechamento hermético. As embalagens semirrígidas, termoformadas, principalmente de polipropileno, apresentam como vantagens o baixo peso, a resistência e razoável proteção ao oxigênio e a perda de umidade (MARTINS; LOPES, 1980).

Para o doce de leite em tabletes Vieira e Junior (2004) sugerem que o produto pode ser acondicionado em formas plásticas previamente forradas com plástico, PVC ou outro plástico impermeável, envolvendo-o sobre o doce após seu resfriamento. Evangelista (2001) descreve que o PVC apresenta dentre suas vantagens o baixo custo, elevada resistência a chama, versatilidade, útil para embalagens de bandejas, possui boa durabilidade e bom desempenho na manutenção das características sensoriais.

A depender dos parâmetros de produção, podem ser fabricados cinco diferentes de polietileno dentre eles encontra-se o Polietileno de baixa densidade (PEBD), fabricado a altas pressões (1000 a 3000 atmosferas) e temperatura entre 100 e 300 °C. As principais propriedades desse tipo de embalagem são tenacidade (resistência a deformação), alta resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa processabilidade, baixa permeabilidade a água. O PEBD é comumente aplicado como filme para embalagens industriais e agrícolas, embalagens de alimentos líquidos e sólidos, filmes laminados e plastificados para alimentos, produtos farmacêuticos, hospitalares, brinquedos e utilidades domésticas (MILES; BRISTON, 1965).

Diante da importância da embalagem na proteção e conservação das propriedades do doce de leite em tabletes, este trabalho investigou a eficácia de diferentes embalagens na manutenção das características físico-químicas, microbiológicas, de cor e textura de amostras de DLT elaboradas em agroindústria situada em Rio Verde – GO.

2.6 Referências bibliográficas

AGIBERT, S. A. C. **Caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial de doce de leite caprino**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013, 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do

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

ALAIS, C. **Ciencia de la leche: Principio de técnica lechera**. Barcelona: Editorial Reverte, S. A. 1985.

ALVES, S.T.A. **Contaminação de alimentos gordurosos através da migração de plastificantes do tipo DEHA e DEHP do filme PVC**. Brasília: Unb, 43 f. Especialização (Pós-graduação *latu sensu* em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, 2009.

ARES, G.; GIMENEZ, A.; GAMBARO, A. Preference mapping of dulce de leche. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, n. 6, p. 553-571, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1997). Secretária de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 8 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

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

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2 Ed., São Paulo: Ed. Atheneu, 2001. 652 p.

FERREIRA, L. O.; PEREIRA, P. A. P.; MARIA, J.; PINTO, S. M. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 67, n. 387, p.05-11, 2012.

FRANCO, B.D.G.; LANDGRAF, M. **Microrganismos patogênicos de importância em alimentos**. In: Microbiologia dos Alimentos. São Paulo. Atheneu, 2008, p. 33-81.

GALLINA, D. A.; ROGALSKY, A. D.; ALVES, A. T. S. Comparação de métodos de determinação do extrato seco total em doce de leite pastoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Set/Out, n° 370, 64: 10-13, 2009.

GAZE, L. V.; OLIVEIRA, B. R.; FERRAO, L. L.; GRANATO, D.; CAVALCANTI, R. N.; CONTE JÚNIOR, C. A.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, n. 98, pág 1443–1454, 2015.

HOSKEN, F. S. Doce de leite: durabilidade e cristalização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 24, n. 7, 1969.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2015/>. Acesso em: março, 2017.

KONKEL, F. E.; OLIVEIRA, S.M.R.O.; SIMÕES, D.R.S.; DEMIATE, I.M. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, jun. 2004

KROLOW, A. C. R.; RIBEIRO, M. E. R. **Obtenção de leite com qualidade e elaboração de derivados**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 66 p.

KURLAT, J. **Productos lácteos: elaboración de Dulce de leche**. Buenos Aires : Inst. Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2010. 24 p.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. **Processamento de doce de leite de cabra em tabletes**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008.

MACHADO, L. M. P. **Uso de soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 150 f. Tese (Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MADRONA, G. S.; ZOTARELLI, M. F.; BERGAMASCO, R.; BRANCO, I. G. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, 2009.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. **Doce de Leite: aspectos da tecnologia de fabricação**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 37p.

MESQUITA FILHO, J. A. **Fabricação de doce de leite**. In: Série implantação Microempresa, 30. Fortaleza: NUTEC, 1985. 36p.

MILES, D. C.; BRISTON, J. H. **Polymer Technology**. Temple Press Book, London, 1965.

MDIC, Ministério do Desenvolvimento. **Indústria de Comércio Exterior**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

MONTENEGRO, A. G. C. **Aplicación de gomas para la elaboración de un manjar de leche hipocalórico**. 2008. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da industrialização de alimentos), Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2008.

OLIVEIRA, R. M. E.; OLIVEIRA, A. R. C.; RIBEIRO, L. P.; PEREIRA, R.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R. Caracterização química de doces de leite comercializados a granel em Lavras. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Lavras, n. 377, 2010.

ORDÓNEZ, J. A. O.; RODRIGUEZ, M.I.C.; ALVAREZ; L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILÓN, F.G.G.; PERALES, L.L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnología de Alimentos**. Volume I: Componentes dos alimentos e processos. Editora Artmed, Porto Alegre, 2005.

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

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

PERRONE, I. T. Tecnologia para fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, nº 3, p. 43-49, 2007.

PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite: aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: Do Autor, 2011. 286 p.: il.

PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S.; SÁ, J. F. O. ; CARVALHO, A. F. Atributos tecnológicos de controle para produção do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, nº 3, p. 42-51, 2012.

PINTO, R.V. Doce de leite: Fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 37-8, 1979.

RIBEIRO, G. A. Doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 3, n. 18, 1948.

SÁ, J. F. O. **Caracterização microbiológica de doce de leite, leite condensado e queijo Minas Padrão por metodologia clássica e padronização de multiplex para detecção de patógenos por PCR em tempo real**. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

SANTOS, J. Doce de Leite: Oportunidade de crescimento para indústria de laticínios. **Revista Laticínios**, Ano XII, n. 69, MAI/JUN, 2007.

SOUZA, G. de; OLIVEIRA, A.J. de; SHIROSE, I.; VALLE, J.L.E.; CARVALHO, C.R.L. Utilização de abóbora e moranga na produção de doce de leite pastoso com coco. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.47, parte 2, p.609-623, 1990.

SOUSA, C.; NEVES, E.C.A.; CARNEIRO, C.A.A.; FARIAS, J.B.; PEIXOTO, M.R.S. Avaliação microbiológica e físico-química de doce de leite e requeijão produzidos com leite de búfala na Ilha do Marajó. **B. CEPPA**, Curitiba, v.20. n.2, p.191-202, Julho, 2002.

TANN, R. Manufacture of sweetened condensed milk and significance of lactose there in FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. **Advanced Dairy Chemistry: lactose, water, salts and minor constituents**. 4ed. London: Thomson Science, vol. 3, 789p. 2009.

TIMM, C. D., CONCEIÇÃO, R. C. S., COELHO, F. J. O., ROOS, T. B., TEJADA, T. S., QUEVEDO, P. S. Avaliação microbiológica de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, 275-277, 2007.

TURCATEL, L.C.; PIRES, P.F.F.; DINIZ, P.R.; FERREIRA, S.M.R.; ALVES, M.A.O.; BEUX, M.R. Que doce de leite é esse? Uma discussão sobre o padrão de identidade e qualidade do doce de leite pastoso. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 302-308, 2014.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Brazil: Dairy and Products Annual. Annual Dairy Report, 2014**. Disponível em: <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Dairy%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_10-14-2014.pdf>. Acesso em: Outubro, 2015.

VIEIRA, L. C.; JÚNIOR, J. B.L. **Tecnologias de fabricação dos doces de leite pastoso e em tabletes**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2004.

WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; BOEKEL, M.A.J.S. **Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2001, 729 páginas.

ZUNINO, A. **Dulce de leche: Aspectos básicos para su adecuada elaboración**. Ministério de Assuntos Agrários e Produção, Buenos Aires, 1998.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o rendimento da batelada de doce de leite em tabletes elaborado e suas características físicas, químicas, microbiológicas, de cor e textura através da utilização de embalagens constituídas por diferentes materiais com avaliações a cada 45 dias durante 180 dias.

3.2. Específicos

- Elaborar uma batelada de doce de leite em tabletes com teor de sólidos solúveis final de 75 °Brix;
- Acondicionar os doces em embalagens de Poliestireno expandido envolto com filme de Policloreto de Vinila, potes de Polipropileno e sacos de Polietileno de Baixa Densidade com vácuo parcial, correspondendo aos tratamentos PVC, PP e PEBD.
- Armazenar os doces de leite em tabletes a 25°C por 180 dias e realizar avaliações aos 0, 45, 90, 135 e 180 dias;
- Realizar a caracterização físico-química (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos), análise do perfil de textura (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, fraturabilidade e mastigabilidade), parâmetros instrumentais de cor (Hue, C*, L*, a*, b*) e microbiológica (fungos e leveduras, *Staphylococcus* spp, *Salmonella* sp e coliformes termotolerantes) a cada 45 dias;
- Avaliar o rendimento da batelada de doce de leite em tabletes (%);
- Investigar os efeitos significativos dos tratamentos sobre os parâmetros estudados através do teste F da análise de variância (ANOVA), e executar análise dos dados por regressão ou comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância através do programa STATISTICA® 10.0.

4. CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a revista LWT- Food Science and Technology)

Avaliação de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de doce de leite em tabletes

Resumo: Objetivou-se no presente estudo avaliar através de análises físico-químicas, microbiológicas, cor e análise do perfil de textura o comportamento de doces de leite em tabletes submetidos ao acondicionamento em três diferentes embalagens: Poliestireno expandido envolto com filme de Policloreto de Vinila, potes de Polipropileno e sacos de Polietileno de Baixa Densidade a vácuo, correspondendo respectivamente aos tratamentos PVC, PP e PEBD. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente ao acaso (DIC) e as avaliações realizadas no tempo 0, 45, 90, 135 e 180 dias, constituindo um fatorial 3x5 sendo os fatores embalagens e cinco tempos de armazenamento. Com relação aos parâmetros físico-químicos de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos todas as embalagens foram eficientes para manter os doces de leite de acordo com os requisitos do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade. Os resultados mostraram elevada perda de umidade (64,14%), aumento significativo da dureza e fraturabilidade quando os doces estavam submetidos a PVC. No geral, todos os tratamentos apresentaram escurecimento, entretanto, aqueles embalados em PVC apresentaram-se mais claros e amarelos, enquanto o PEBD resultou em doces mais escuros e com menor intensidade de b*. Quanto aos parâmetros relativos a textura, esses mantiveram-se inalterados quando utilizada a embalagem PEBD até 180 dias. Verificou-se a ausência de contagem de *Staphylococcus* spp, *Salmonella* sp (em 25 g) e Coliformes termotolerantes durante o período avaliado, entretanto contagens de fungos e leveduras acima dos requisitos exigidos pela legislação foram observados. De acordo com as condições verificadas no presente estudo, a produção de doce de leite em tabletes requer atenção a possíveis pontos de contaminação nos equipamentos utilizados e embalagens com menor taxa de permeabilidade, para possibilitar vida útil com menores alterações em texturas e demais características.

Palavras-chave: concentrado lácteo, armazenamento, embalagem, tabletes.

Evaluation of different types of packaging in the storage of *Dulce de leche* in tablets

Abstract: The objective of this study was to evaluate the physicochemical, microbiological, color and analysis of the texture profile of dulce de leche in tablets submitted to three different packages: Expanded polystyrene wrapped with polyvinyl chloride film, pots of polypropylene and bags of low density polyethylene, corresponding respectively to the treatments PVC, PP and LDPE. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) and the evaluations were done at 0, 45, 90, 135 and 180 days, constituting a factorial 3x5 being the packaging factors and five storage times. Regarding the physical-chemical parameters of moisture, ash, proteins and lipids all the packages were efficient to maintain the milk candy in accordance with the requirements of the Technical Regulation of Identity and Quality. The results showed high moisture loss (64.14%), a significant increase in hardness and fracturing when the candies were submitted to PVC. In general, all treatments presented darkening, however, those packaged in PVC presented lighter and yellow, while LDPE resulted in sweets darker and with lower intensity of b*. As for texture parameters, they remained unchanged when the LDPE package was used up to 180 days. The absence of *Staphylococcus* spp, *Salmonella* sp (in 25 g) and thermotolerant coliforms during the evaluated period was observed, however, counts of fungi and yeasts above the requirements required by the legislation were observed. According to the conditions verified in the present study, the production of dulce de leche in tablets requires attention to possible contamination points in the equipment used and packaging with lower permeability rate, to allow a useful life with minor alterations in textures and other characteristics.

Key words: Concentrate milk, storage, packaging, tablets.

4.1 Introdução

O doce de leite é um produto típico da América do Sul, principalmente na Argentina e Brasil (SILVA et al., 2015) e Uruguai, porém também está presente no Chile, Paraguai e Bolívia (ZALAZAR; PEROTTI, 2011). Tipicamente consumido puro ou combinado com pães, biscoitos, queijos, frutas, etc (SOUZA, 1990). É obtido por concentração de leite ou leite reconstituído através da ação do calor, em pressão atmosférica ou reduzida. Faculta-se a adição de outras substâncias alimentícias, sólidos de origem láctea e/ou creme, aditivos e coadjuvantes de tecnologia. A sacarose constitui-se como um ingrediente obrigatório e pode ser adicionada até 30 kg para cada 100 litros de leite, ainda se permite sua substituição em até 40% (m/m) por mono e dissacarídeos (BRASIL, 1997).

Embora seja um produto de amplo consumo e de grande importância econômica, o doce de leite tem sido pouco utilizado em pesquisas (PAVLOVIC et al., 1992), sendo escassas as referências científicas a respeito do doce de leite em tabletes. Grande parte da produção no Brasil é realizada por pequenos fabricantes, sem controle operacional de parâmetros e processos, gerando grande variabilidade nas características físico-químicas e sensoriais dos doces, sendo esse um entrave para o mercado europeu e norte americano (PERRONE, 2007a; GAZE et al., 2015).

Além do controle de processo, as propriedades de barreira das embalagens podem evitar o surgimento de defeitos no produto, principalmente em temperaturas mais elevadas e locais demasiadamente ventilados (MARTINS; LOPES, 1980). O acondicionamento do doce de leite pastoso pode ser realizado em copos de vidros, plásticos, sacos plásticos e outros (PINTO, 1979). Enquanto o doce em tabletes sugere que seja embalado em formas plásticas previamente forradas com plástico, PVC ou outro plástico impermeável (VIEIRA; JUNIOR, 2004). Entretanto, não são conhecidas do ponto de vista científico as alterações nos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e de textura do doce de leite em barra ou tabletes durante o armazenamento.

A importância do acompanhamento da estabilidade microbiológica do doce de leite é em função de apesar da baixa percibibilidade pelas condições pouco favoráveis ao crescimento microbiológico, causadas principalmente pelo longo período de cocção a alta temperatura, adição de açúcar e pressão osmótica, o crescimento de microrganismos não pode ser descartado sendo esta uma preocupação dos órgãos governamentais de inspeção de alimentos e saúde pública (TIMM et al., 2007; HENTGES et al., 2010).

Objetivou-se no presente estudo determinar as características físico-químicas, microbiológicas, de cor e as texturas de amostras de doce de leite em tabletes submetidas ao armazenamento em três diferentes materiais plásticos (bandejas de isopor com PVC, Polipropileno

e Polietileno de Baixa Densidade) com análises realizadas ao 0, 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Elaboração do doce de leite em tabletes

A fabricação do doce de leite foi realizada nas instalações de uma Agroindústria localizada em Rio Verde - GO. Os doces foram processados em tacho aberto de camisa dupla, marca Mundinox® com capacidade total de 200 litros de leite, construído em aço inoxidável (304 AISI), dotado de pá de agitação com pressão máxima de trabalho de 2,5 kgf/cm³, Lambari (MG). Primeiramente foi realizada limpeza e sanitização de equipamentos, utensílios (mesa de aço inoxidável, balde, faca, etc) e partes estruturais (piso, paredes, pia, etc) conforme normas de boas práticas de fabricação (BRASIL, 2002).

Inicialmente foram pesados e dispostos em recipientes adequados todos os ingredientes sólidos e coadjuvantes de tecnologia, ao mesmo tempo foram bombeados 120 litros de leite cru integral do tanque de resfriamento da fábrica para o tacho encamisado utilizando bomba centrífuga. Empregou-se 30,0 kg sacarose (Açúcar cristal, Cristal Alimentos®) para uma proporção de 25% (m/v) sobre o volume de leite, 0,067kg de bicarbonato de sódio (Kitano®, Yoki Alimentos Ltda) e 0,050 kg sorbato de potássio PA (Dinâmica Química Contemporânea Ltda).

Conforme sequenciamento operacional adotado, analisou-se a acidez titulável do leite cru integral (16°D) através de titulação com hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N - Fort Química®), segundo Brasil (2006). Em seguida, a acidez titulável do leite foi reduzida para 13°D, com intuito de evitar a precipitação de proteínas durante o tratamento térmico, através do coadjuvante bicarbonato de sódio com 100% de pureza utilizando a Equação 1 para o cálculo da quantidade a ser adicionada, segundo Perrone et al. (2011).

$$R = (0,1 \times D \times V \times 0,9333) / PB \quad \text{Equação (1)}$$

Em que: R é a quantidade de bicarbonato de sódio a ser adicionada (gramas),

D corresponde a acidez a ser reduzida (graus Dornic),

V é o volume de leite a sofrer redução de acidez (litros) e

PB é a pureza do bicarbonato de sódio.

Com a agitação mecânica acionada, adicionou-se o redutor de acidez ao tacho e a válvula de entrada de vapor (VEV) foi mantida aberta até que ocorra a descarga do condensado da linha, para início do aquecimento. A adição de açúcar foi executada conforme procedimento adotado pela Agroindústria, adicionou-se ao tacho toda a quantidade de sacarose e leite (120 L) da formulação formando a calda. Em seguida, após a primeira fervura dividiu-se o volume total da calda e

pequenas porções foram adicionadas ao longo da cocção com pressão de trabalho a 30 psi. Tal método também pode ser utilizado para redução do tempo de fabricação quando há grande volume por batelada.

Após 4 horas de aquecimento e agitação constantes foram realizadas análises de sólidos solúveis (SS) empregando-se refratômetro Abbé para determinação do ponto do doce, previamente estipulado em 75 °Brix. As demais etapas prosseguiram conforme metodologia própria da Agroindústria, sendo que após atingido o teor de SS desejado, cessou-se o fornecimento de vapor ao tacho para resfriamento da massa, adicionando-se imediatamente o conservante Sorbato de Potássio PA (0,050 kg). Nesse instante, estabeleceu-se a etapa de bateção ou cristalização controlada com agitação constante por 1,25 horas até obtenção de uma massa de doce com superfície ressecada ou com perda do brilho, de aproximadamente 40°C. Em seguida, os doces foram dispostos em uma mesa de inox plana devidamente higienizada, e permaneceram em descanso por 12 horas para que ocorresse a solidificação da massa. O momento do corte da massa de doce de leite foi estabelecido ao verificar que ao ser cortada com uma faca, a lâmina saia limpa e sem doce aderido. Logo após realizou-se o corte da massa sólida para obtenção dos tabletes (2x2x8 cm) através de um equipamento de corte constituído de aço inox, dotado de lâminas que acoplado à mesa realiza cortes uniformes na horizontal e vertical.

Para instalação do experimento foram selecionados ao acaso, tabletes de doce de leite com ausência de defeitos aparentes (rachados, mal formados ou quebrados) e acondicionados em embalagens de isopor (0,50 cm de espessura e as dimensões 11,50 cm x 19,00 cm x 4,00 cm) recobertas com uma camada de filme PVC (cloreto de polivinila esticável com espessura de 0,017 mm), potes de Polipropileno com tampa (7,9 cm altura x 11,9 cm diâmetro) e Polietileno de Baixa Densidade com vácuo parcial (15 cm x 15 cm com 0,010 mm de espessura), correspondendo aos tratamentos PVC, PP e PEBD, respectivamente.

Em seguida, os doces foram cuidadosamente transportados ao Laboratório de Físico-química de Leite e Derivados do IF Goiano – Campus Rio Verde, e armazenados em B.O.D (LimaTec LT 320 TFP-II) a 25°C.

4.2.2 Análise de cor instrumental

A análise de cor instrumental foi conduzida de acordo sistema CIElab, em Colorímetro Color Flex, modelo CFEZ-4500L, e foram registradas as coordenadas de L*, a* e b*. A partir dessas coordenadas foram calculados o ângulo hue e croma através das seguintes fórmulas: Croma $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$ e ângulo hue $[\text{arco tangente } (b/a)]$. O colorímetro foi previamente calibrado em superfície branca e preta, conforme padrões do fabricante, sendo os resultados obtidos a partir de 15 repetições com 6 replicatas.

4.2.3 Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura (TPA) foi realizada utilizando Texturômetro Brookfield (Brookfield Engineering Laboratories, Middleborough, MA, EUA), modelo CT3 para obter as curvas força-tempo. A análise foi conduzida utilizando a sonda cilíndrica TA4/100, alvo para 30% de deformação da amostra, carga do gatilho em 5 g, velocidade pré-teste 2,0 mm/s, velocidade do teste e de retorno em 1,5 mm/s e célula de carga de 25 kg. Os dados foram avaliados através do software TexturePro CT V1.5 Build 20 (Brookfield Engineering Labs) para obtenção dos parâmetros de dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, fraturabilidade e mastigabilidade segundo Szczesniak (1995). Todas as análises foram conduzidas à temperatura ambiente, em 15 repetições, com amostras apresentadas em cubos com 20 mm de lado.

4.2.4 Análises físico-químicas

As análises químicas foram conduzidas em quatro repetições em duplicata. As proteínas, umidade e cinzas foram quantificadas segundo IAL (2005), enquanto o teor de lipídeos foi determinado pelo método de Bligh e Dyer (1959).

4.2.5 Avaliação do rendimento

O rendimento da formulação de doce de leite em tabletes foi calculado através da Equação 2 proposta por Milagres e colaboradores (2010):

$$\eta = (SM \times 100) / MDL \quad \text{Equação (2)}$$

Em que: η é o rendimento (%), SM a soma da massa de leite (kg) utilizada na formulação e demais ingredientes e MDL a massa de doce de leite (kg) obtida.

4.2.6 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas segundo técnicas descritas por Brasil (2003) para Fungos e Leveduras (UFC/g), *Salmonella* sp. em 25 g de amostra, Coliformes termotolerantes (NMP/g) e *Staphylococcus* spp coagulase positiva (UFC/g) conforme exigências de Brasil (1997) e Brasil (2001).

4.2.7 Análises estatísticas

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso (DIC) em esquema fatorial 3x5, correspondendo a três tipos de embalagens: bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), potes de Polipropileno (PP) e sacos de Polietileno de Baixa Densidade com vácuo parcial

(PEBD) e cinco tempos de armazenamento, 0 (dia posterior a fabricação), 45, 90, 135 e 180 dias. Quando verificado através do teste F da análise de variância (ANOVA) efeito dos tratamentos sobre os parâmetros estudados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Foram realizados ao longo do armazenamento avaliações dos parâmetros físico-químicos (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, perfil de textura (dureza, adesividade, fraturabilidade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade), cor instrumental (L^* , a^* , b^*) e microbiológicas (fungos e leveduras, coliformes termotolerantes, *Samonella* e *Staphylococcus* spp).

Os resultados obtidos foram avaliados através do programa STATISTICA[®] 10.0 e os gráficos plotados através do sistema de software Microsoft Office Excel 2013[®].

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e de cor

Os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos dos doces de leite em tabletes estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios de umidade (g/100g), cinzas (g/100g), proteínas (g/100g), lipídeos (g/100g) e coordenadas de cor instrumental L^* , a^* , b^* , C^* e ângulo hue de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tratamentos	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	L^*	a^*	b^*	C^*	h
PVC	5,84c	1,76a	7,15a	8,00a	37,16a	8,47a	16,62a	18,77a	62,38a
PP	11,95ab	1,64a	6,79b	7,64a	36,06b	7,19b	14,58b	16,29b	62,64a
PEBD	12,17a	1,82a	6,99ab	7,53a	34,94c	7,16b	14,04c	15,79c	62,04a
Teste F	3757,90*	0,87ns	15,36*	1,77ns	357,43*	313,53*	912,62*	1002,52*	1,69ns
DMS (5%)	0,2385	0,4275	0,2926	0,9035	0,5915	0,3956	0,415	0,4536	0,0152

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * significativo ($p < 0,05$) e ns não significativo ($p > 0,05$).

Observou-se que todas as embalagens e tempos de armazenamento testados foram eficientes para manutenção dos parâmetros físico-químicos dos doces de leite em tabletes dentro dos padrões exigidos pela Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1997), que estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para doce de leite.

O tipo de embalagem e tempos de estocagem estudados influenciaram significativamente ($p < 0,05$) os parâmetros físico-químicos (umidade e proteínas) e de cor instrumental (L , a^* , b^* , C^*), exceto para os teores de lipídeos que não variaram independentemente da embalagem utilizada. O

teor de cinzas não alterou significativamente segundo os fatores estudados (tipo de embalagem e tempo de estocagem).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados das análises de umidade para os doces de leite em tabletes elaborados.

Tabela 6. Umidade (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	11,88 aA	11,88 bA	11,88 bA
45	6,96 bB	12,54 aA	12,42 aA
90	6,67 bC	12,11 bA	11,78 bB
135	5,45 cC	11,22 cB	12,05 bA
180	4,26 dC	11,96 bB	12,46 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os doces armazenados em bandeja de isopor envoltos por filme de PVC apresentaram as menores médias de umidade diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos, com perda de 64,14% do teor de água livre no produto ao longo de 180 dias (Tabela 6). Os doces embalados em potes de polipropileno (PP) e sacos de polietileno de baixa densidade a vácuo (PEBD) apresentaram os maiores valores médios de umidade, não diferindo entre si. Possivelmente esse comportamento se deve as diferentes permeabilidades dos materiais que constituem as embalagens, que segundo Gorris e Peppelenbos (1992) o PVC é mais permeável ao vapor de água que o PEBD, contribuindo para grande perda de água observada nas amostras estocadas nesse tipo de embalagem. A embalagem de PP foi eficiente na manutenção das condições iniciais de umidade até o fim do tempo de estocagem (180 dias), sendo uma opção dentre as embalagens semirrígidas e termoformadas pela resistência mecânica, baixo peso e razoável proteção ao oxigênio e perda de umidade. As embalagens de doce de leite devem proteger contra a perda de umidade e dificultar a passagem de oxigênio, além de impedir a contaminação microbológica (MARTINS; LOPES, 1980). O comportamento do teor de umidade de produtos doces pode ser utilizado como parâmetro para definição do tempo de vida útil, tipo de embalagens e condições de armazenamento adequados (FERREIRA et al., 2012).

Os doces acondicionados em embalagens PP e PEBD apresentaram variação significativa da umidade com comportamento semelhante até os 90 dias de armazenamento, sendo que o pote de

polipropileno foi eficiente para manter a umidade até seis meses. Os doces embalados à vácuo apresentaram pequena elevação da umidade nos primeiros 45 dias, com pequena redução e posterior aumento dos teores de umidade aos 180 dias de armazenamento.

Quanto a avaliação dos teores de cinzas, esses apresentaram tendência de elevação do longo do armazenamento, mas não diferiram estatisticamente, mantendo esses teores em conformidade com a legislação (<2,0 g/100g) até 180 dias. Os valores médios de resíduos minerais fixos (cinzas) apresentados neste estudo são bastante próximos e não apresentaram variações significativas ($p>0,05$), isso pode estar relacionado a utilização do mesmo lote de doces, fabricados nas mesmas condições ambientais, proporções e lotes de ingredientes. Para Demiate et al. (2001) o teor de cinzas é indicador da presença de leite no produto por ser um valor constante nesta matéria-prima, porém valores altos de cinzas podem indicar adição excessiva de sais como bicarbonato de sódio e, ao contrário, baixos valores podem indicar pequena quantidade de leite. O amido também pode influenciar o teor de cinzas, sendo que adições superiores ao máximo permitido pela legislação (0,5g/100mL de leite) constituem fraude para redução dos custos de produção.

As amostras avaliadas apresentaram diferença significativa quanto ao teor de proteínas entre os tratamentos, exceto no dia zero, e ao longo do armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de proteínas (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	7,64 abA	7,68 aA	7,60 aA
45	7,18 bA	6,68 bB	6,99 bAB
90	7,81 aA	7,34 aB	7,45 abAB
135	7,16 bA	6,69 bB	6,30 cB
180	6,45 cB	6,46 bB	7,21 abA

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A embalagem composta por PVC apresentou os maiores valores proteicos diferindo das demais (PP e PEBD), que não diferiram entre si. Feihmann, Cichoski e Jacques (2006) observaram valores superiores de proteína (10,2 g/100g) ao determinar a composição centesimal de doce de leite pastoso obtido em evaporador, esses autores atribuíram o maior número de compostos nitrogenados à temperatura branda de aquecimento utilizada, 50°C, que promoveu menor

desnaturação de proteínas. Os doces do presente trabalho foram fabricados segundo o processo tradicional, com concentração do leite em tacho aberto com temperaturas superiores a 100°C, influenciando no teor de proteínas (MADRONA et al., 2009). Além disso, na elaboração do doce de leite em tabletes é necessário maior tempo de cocção e consequente exposição a temperatura, quando comparado ao doce de leite pastoso, devido a etapa de bateção na qual são formadas as redes de cristais responsáveis pela textura do produto. Observou-se redução dos teores de proteínas ao longo do tempo, exceto quando utilizada a embalagem a vácuo (PEBD).

Não houve influência dos tipos de embalagens sobre o conteúdo lipídico ($p>0,05$), que decresceram ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 8).

Tabela 8. Teor de lipídeos (g/100g) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	8,21abA	8,21aA	8,21aA
45	7,2 bA	7,47abA	7,94abA
90	9,16aA	7,99aA	7,23abA
135	8,77aA	8,61aA	8,21aA
180	6,89bA	6,48bA	6,72bA

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os doces de leite apresentaram valores médios de lipídeos próximos ao limite superior estabelecido pela legislação (6,0 a 9,0 g/100g), possivelmente pela utilização de leite integral sem prévia padronização da gordura. Entretanto, os valores obtidos no presente estudo estão em consonância com o preconizado por Martins e Lopes (1980), em que o teor de gordura esperado para doce de leite elaborado a partir de leite integral deve ser de aproximadamente 8,0 g/100g. Santos e Marques (2010) avaliaram cinco amostras comerciais de doce de leite vendidas informalmente em Currais Novos/RN e observaram teores lipídicos semelhantes ao presente estudo, de 6,5% a 9,5% (m/m). Valores inferiores foram observados por Oliveira et al. (2010) ao avaliar seis amostras comerciais de doce de leite cujos teores lipídicos apresentavam-se iguais ou inferiores a 6% (m/m). Pieretti et al. (2013) observaram conteúdo lipídico entre 4,8 e 5,8 g/100g para amostras de doce de leite elaborado com leite integral e açúcar mascavo. Francisquini (2016) avaliou nove diferentes marcas comerciais de doce de leite e verificou alto coeficiente de variação no teor de

gordura das mesmas, variando de 1,25 a 5,50% (m/m). Demiate e colaboradores (2001) sugerem que o baixo teor lipídico observado em amostras comerciais pode estar relacionado ao grande interesse industrial e tecnológico da gordura do leite por indústrias lácteas.

A contaminação de produtos lácteos por fungos pode causar alterações nos parâmetros físico-químicos e conseqüentemente influenciar a vida de prateleira, os aspectos econômicos e de saúde pública (ANDRADE, 2001). Portanto, a redução dos teores de proteínas e lipídeos apresentada no presente estudo pode estar relacionada a alta contagem de fungos e leveduras verificada (EVANGELISTA, 2001), pois esses microrganismos são resistentes a condições adversas, como baixos níveis de atividade de água. Além disso, a temperatura ótima de crescimento dos fungos é na faixa entre 25 a 28°C, sendo que o seu crescimento é favorecido por substratos sólidos, sob limitação ao oxigênio e produtos que contenham açúcar. Características que podem ser associadas ao doce de leite em tabletes (SILVA et al., 2007).

As matérias-primas influenciam diretamente a cor dos alimentos, que pode ser mensurada através dos parâmetros de cor instrumental. Para Ferreira, Hough, Yotsuyanagi (1989) os parâmetros mais importantes para a avaliação da cor do doce de leite são a luminosidade (L^*) e o teor amarelo (b^*). Na Tabela 9, são apresentados os resultados da análise de L^* dos doces de leite em tabletes.

Tabela 9. Luminosidade (adimensional) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	43,77 aA	43,77 aA	43,77 aA
45	27,49 dA	26,82 dA	26,80 dA
90	39,03 cA	39,57 bA	39,80 dA
135	42,29 bA	39,23 bcB	37,06 cC
180	39,84 cA	38,63 cB	36,75 cC

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A luminosidade (L^*) relaciona-se a quantidade de luz que é refletida pela amostra, sendo diretamente proporcional, variando de 0 (zero) a 100 (cem), superfície preta e superfície perfeitamente branca, respectivamente (GUIMARÃES; CALIARI; SOARES JÚNIOR, 2014). Os valores de luminosidade dos doces de leite das diferentes embalagens apresentaram comportamento semelhante até 90 dias de armazenamento, quando houve aumento significativo de L^* para os doces

embalados com PVC nos dias finais de armazenamento (135 e 180 dias) apresentando-se mais claros que os demais (PP e PEBD), sendo que esses não diferiram até 180 dias (Tabela 9). Ferreira et al. (2012) observaram coloração semelhante, porém mais clara (53,1 a 59,6) ao avaliar a luminosidade de diferentes marcas comerciais de doces de leite pastosos e concluíram que há maior preferência por doces mais escuros. Ao contrário, valores muito inferiores de L^* (7,98 a 11,16) foram observados por Turcatel et al. (2014) ao avaliar seis amostras comerciais de doce de leite pastoso provenientes de diferentes formulações. Esses autores concluíram que modificações nas formulações de doces de leite pelas indústrias com intuito de reduzir o custo do produto final, podem causar alteração da identidade e descaracterização do produto.

Diferentes fatores influenciam para a coloração final mais escura do doce de leite como o teor de acidez do leite, dosagem e ponto de aplicação do bicarbonato de sódio, presença de açúcares redutores, pressão de vapor utilizada, pois aceleram a reação de Maillard (FERREIRA et al., 2012). Quando comparados os processos de fabricação do doce de leite em tabletes e pastoso, algumas diferenças podem influenciar na coloração do produto final, como o maior teor de sólidos solúveis final e etapa de bateção (específicas do produto em tabletes) que necessitam maior tempo de evaporação/concentração.

Os valores expressos no eixo a^* podem ser negativos ou positivos, assim a intensidade desses valores representa a proximidade as cores de verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$) (BORBA; SARMENTO; LEONEL, 2005). Verificou-se que para todas as embalagens utilizadas os valores de a^* são positivos, indicando que as amostras estão na região do vermelho (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios do parâmetro de cor instrumental a^* (adimensional) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	12,37 aA	12,37 aA	12,37 aA
45	4,51 dA	4,09 dA	4,02 dA
90	9,04 cA	7,62 cB	7,62 cB
135	10,92 bA	9,13 bB	8,93 bB
180	9,38 cA	7,91 cB	8,08 cB

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O parâmetro b^* varia de amarelo ($+b$), para valores positivos, a azul ($-b$), para valores negativos. Os valores médios positivos observados para a coordenada b^* (12,93 a 23,57) indicam

que os doces de leite em tabletes elaborados apresentaram reflexão de comprimento de onda associado à cor amarela (Tabela 11), que segundo Silva et al. (2015) é devido a caramelização e reação de Maillard.

A intensidade de amarelo (b^*) apresentou diferença estatística para variáveis tipos de embalagens e tempo, e consequentemente a interação das mesmas foi significativa ($p < 0,05$). Durante a vida de prateleira a embalagem de PVC foi eficiente para manter valores superiores de reflexão do comprimento de onda associado à cor amarela comparada as demais embalagens que apresentaram decréscimo da intensidade de amarelo, seguida por PP e PEBD, respectivamente. Valores semelhantes de b^* (12,32 a 21,37) foram observados por Ferreira et al. (1989) e nos resultados apresentados por Gaze et al. (2015) ao avaliar amostras comerciais de doce de leite comerciais (17,89 e 27,70). Valores superiores (25,44 a 36,23) foram relatados por Pauletti et al. (1992). Diferentemente, Garcia e Cardona (2008) não observaram alterações na cor de doce de leite com baixo valor calórico durante o armazenamento. As perceptíveis diferenças de coloração entre os resultados encontrados na literatura podem ser atribuídas ao regionalismo desse produto (FERREIRA et al., 2012).

Tabela 11. Perfil de intensidade de amarelo (b^*) de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tempo (dias)	Embalagem		
	PVC	PP	PEBD
0	23,57 aA	23,57 aA	23,57 aA
45	17,47 eA	16,67 eB	16,57 eB
90	18,79 dA	12,93 dB	13,58 dB
135	22,15 bA	19,83 bB	19,09 bC
180	20,06 cA	17,89 cB	16,93 cC

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No ângulo hue, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, que variaram durante o armazenamento ($p < 0,05$) obtendo valores médios entre 58 e 65°, mostrando tendência do doce de leite em tabletes para amarelo. Os valores de h (62,04 a 62,64) e C^* (15,79 a 18,77) encontrados no presente estudo (Tabela 5) são semelhantes aos encontrados por Souza et al. (2015) ao avaliar diferentes formulações de doce de leite pastoso, encontrando valores de 22,71 a 24,62 e 66,26 a 68,43, para C^* e ângulo hue, respectivamente. Maiores valores para

croma (C^*) são observados quando os valores da coordenada b^* são maiores que a^* , assim como no presente estudo.

4.3.2 Avaliação da textura

Na Figura 7, são apresentadas as evoluções dos valores relativos aos atributos de dureza (A), adesividade (B), coesividade (C), elasticidade (D), fraturabilidade (E) e mastigabilidade (F) ao longo do armazenamento.

Verificou-se através do teste F da análise de variância (ANOVA) que todos os parâmetros texturais foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo tipo de embalagem utilizada e tempo de armazenamento, exceto a adesividade.

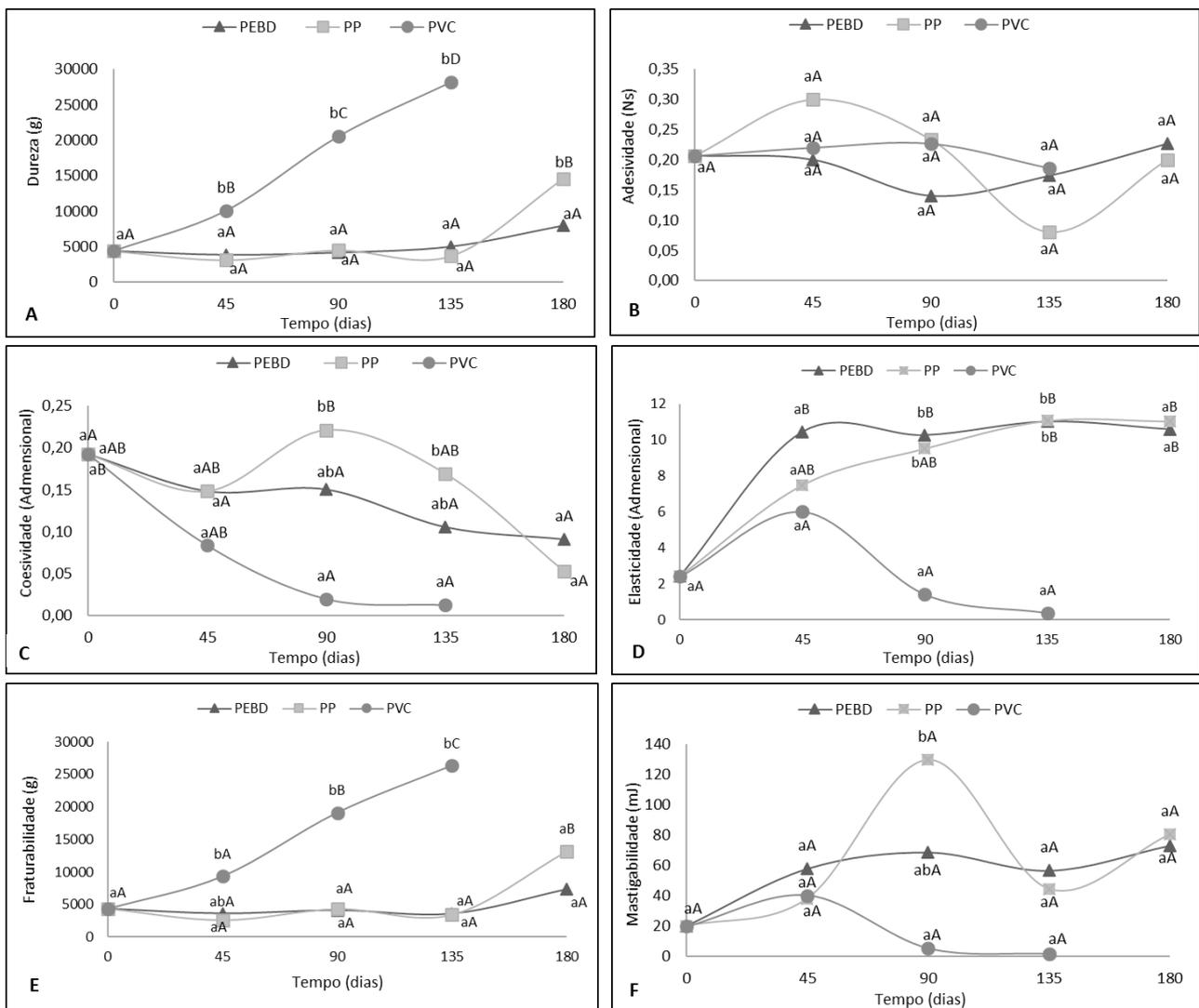


Figura 7. Variação dos valores médios de dureza (A), adesividade (B), coesividade (C), elasticidade (D), fraturabilidade (E) e mastigabilidade (F) de doce de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75% durante 180 dias de armazenamento.

Quando avaliada a textura dos doces, observou-se que a embalagem de PVC apresentou os maiores valores para os parâmetros de dureza e fraturabilidade, conseqüentemente houve perda da capacidade do doce em retomar a sua condição inicial (altura) antes da compressão (elasticidade) e ainda menor extensão da deformação antes da ruptura (coesividade). Para Martins et al. (2011) o aumento da dureza e fraturabilidade durante o armazenamento de doces pode ocorrer pelo elevado teor de sólidos solúveis e redução do teor de água, que aumenta a rigidez da estrutura (GLICKSMAN, 1969).

Após 135 dias de armazenamento, os doces do tratamento com PVC apresentaram dureza maior que a capacidade máxima de leitura do equipamento (texturômetro), e, portanto, não puderam ser analisados aos 180 dias. Essa característica pode estar relacionada aos menores valores de umidade apresentados por essas amostras, uma vez que a embalagem de PVC apresenta moderada permeabilidade ao vapor d'água (AZEREDO, 2012). Diante desses resultados pode-se inferir que é necessária menor força de intensidade para comprimir o doce de leite em tabletes na boca entre os dentes molares quando os doces são armazenados em embalagens de PP e PEBD.

Silva et al. (2015) avaliaram diversas formulações de doce de leite em pasta com adição de amido ($68,0 \pm 2$ °Brix) e encontraram valores médios de dureza (máximo de 473,7 g) inferiores aos encontrados no presente estudo. A diferença na cinética de textura do doce de leite pastoso e em tabletes pode estar relacionada a maior concentração de sólidos solúveis (86 a 88 °Brix) do doce na forma sólida, esse parâmetro influencia diretamente na textura desse produto (CHACÓN et al., 2013). Além disso, quando na fabricação desse doce ocorre a etapa de bateção ou cristalização controlada que modifica sua textura pela indução à formação de cristais de lactose e sacarose (PERRONE et al., 2011).

O perfil de adesividade não diferiu entre os tratamentos e ao longo do tempo, indicando que a força necessária para separar a sonda de compressão da amostra de doce de leite avaliada foi estatisticamente igual. A composição do doce de leite pode influenciar em sua textura. Para Hough et al. (1992), a presença de soluções com moléculas longas e presença de caseína influenciam na viscosidade e tempo de geleificação, respectivamente. Entretanto, informações científicas sobre o comportamento da textura do doce de leite ainda são escassas ou inexistentes no caso do doce em tabletes.

Concomitantemente a elevação da dureza durante o armazenamento, a elasticidade dos doces embalados com PVC reduziu a valores próximos de zero (0,39), ou seja, houve perda da capacidade da amostra voltar a forma inicial resultando na desintegração das amostras após aplicação da força. Os demais tratamentos, PP e PEBD, apresentaram evolução da elasticidade ao longo do armazenamento com valores médios de 10,57 e 11,02, respectivamente, aos 180 dias.

Francisquini et al. (2016) encontraram valores médios semelhantes de elasticidade (9,94 a 25,11 mJ) ao avaliar 12 marcas comerciais de doce de leite pastoso.

A mastigabilidade é definida como o número de mastigações requeridas, a força constante, para o alimento poder ser engolido. Esse parâmetro é calculado através da relação entre dureza, coesividade e elasticidade (SZCZESNIAK, 1995). De acordo com os resultados apresentados a redução da coesividade e elasticidade possivelmente influenciou na diminuição da mastigabilidade para os doces armazenados em PVC. Por outro lado, a característica quebradiça ou fraturável apresentada por essas amostras durante o primeiro ciclo de compressão do analisador de textura pode ter reduzido o número de mastigações requeridas para deglutição. A mastigabilidade dos doces embalados com PP e PEBD não variaram significativamente ($p < 0,05$) quando comparados o primeiro (0 dia) e último dia (180 dias).

4.3.3 Análises microbiológicas

Dentre as embalagens estudadas para o armazenamento de doce de leite em tabletes (PEBD, PP e PVC) não foram detectados através dos métodos analíticos aplicados a presença de *Staphylococcus* spp e Coliformes termotolerantes a 45°C até 180 dias de armazenamento. Portanto, para esses requisitos microbiológicos os doces atenderam aos padrões exigidos pela legislação conforme apresenta a Tabela 12.

Tabela 12. Parâmetros microbiológicos dos doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Parâmetros	Padrã o	Trat	Tempo de armazenamento (dias)				
			0	45	90	135	180
Fungos e leveduras (UFC/g)	$<10^2$ (1)	PEBD	$4,7 \times 10^2$ aA	$4,6 \times 10^2$ aA	$1,1 \times 10^3$ aA	$1,4 \times 10^2$ aA	$1,3 \times 10^2$ aA
		PP	$4,7 \times 10^2$ aA	$6,9 \times 10^2$ aA	$4,8 \times 10^2$ aA	$1,3 \times 10^3$ aA	$2,6 \times 10^2$ aA
		PVC	$4,7 \times 10^2$ aA	$4,3 \times 10^2$ aA	$2,9 \times 10^2$ aA	$5,6 \times 10^2$ aA	$7,9 \times 10^2$ aA
<i>Salmonella</i> sp (25 g)	Aus. (1, 2)	PEBD	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PP	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PVC	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
Staphylococcus spp coagulase positiva (UFC/g)	$<10^2$ (1, 2)	PEBD	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PP	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PVC	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 50 (2)	PEBD	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PP	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
		PVC	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.

Trat: tratamentos; Aus: ausência; (1) segundo Brasil (1997); (2) segundo Brasil (2001).

Quanto aos fungos e leveduras, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as contagens entre as embalagens utilizadas e o tempo de armazenamento, que apresentaram contagem acima do limite máximo permitido ($< 10^2$ UFC/g) por Brasil (2001).

A embalagem que sofreu remoção de oxigênio (PEBD) não diferiu estatisticamente das demais (PP e PVC) segundo teste de Tukey ($p < 0,05$) quanto a contagem de fungos e leveduras. Entretanto, a disponibilidade de oxigênio é um fator importante no desenvolvimento desses microrganismos (Moreno et al., 2002), devendo ser considerada na escolha da embalagem para doce de leite em tabletes. Pois, segundo Robinson (1981), a ausência de oxigênio inibe o crescimento de microrganismos aeróbios, mesmo aqueles que toleram pressão osmótica alta. Segundo Lima (2008) a qualidade microbiológica do doce de leite em tabletes é condicionada as condições de resfriamento em que o produto acabado é exposto antes do processo de embalagem.

As condições estruturais da agroindústria utilizada para fabricação do doce de leite em tabletes podem ter contribuído para a alta contagem de fungos e leveduras encontrada, pela utilização de ventilação natural direta, que embora seja dotada de tela mosquiteiro, propicia a entrada de poeira e sujidades. Além disso, o tacho utilizado não era equipado com tampa e exaustor, ocorrendo incorporação do evaporado (água removida do leite em estado gasoso) acumulado no cavalete do tacho e teto da área de produção para a calda por meio de condensação. Perrone (2007b) cita que o evaporado reduz a conservação estrutural do equipamento pois oxida as partes metálicas (caixa redutora e motor) formando ferrugem, que passa a ser fonte de contaminação quando o evaporado ao ser condensado retorna ao produto em preparo levando contaminação microbiológica, resíduos metálicos, resíduos de óleo de caixa de redução pelo desgaste natural das gaxetas de vedação.

A sequência de etapas do processo de fabricação de doce de leite em tabletes difere do pastoso quanto as etapas de bateção e corte. Os longos períodos de cocção a alta temperatura, adição de açúcar e pressão osmótica são eficientes métodos de conservação, aplicados a ambos tipos de doce de leite e leite condensado, devido destruição da maioria dos microrganismos presentes (AGIBERT, 2013; FLAUZINO, 2007). Entretanto, o procedimento de fracionamento ou corte do produto acabado pode aumentar os riscos de contaminação (HENTGES et al., 2010), além disso, o longo período de resfriamento adotado no presente trabalho (12 horas), são fatores que podem estar relacionados a elevadas contagens de fungos e leveduras observadas no presente estudo. Os resultados obtidos por Hentges e seus colaboradores (2010) alertaram sobre a necessidade de tomar as medidas higiênico-sanitárias necessárias durante a fabricação, embalagem e manipulação. Timm et al. (2007) encontraram grande variação na contagem de fungos e leveduras ao avaliar a qualidade microbiológica de 28 amostras de doce de leite pastoso provenientes de seis diferentes supermercados expostos a venda, $1,4 \times 10^1$ a $6,0 \times 10^4$ UFC/g. Pieretti et al. (2013)

verificaram que apenas uma amostra de três formulações estudadas apresentou conformidade ($< 10^2$ UFC/g) quanto a contagem de fungos e leveduras, esses autores atribuíram esse resultado a exposição do produto a potenciais fontes de contaminação.

O parâmetro microbiológico referente a *Salmonella* sp apresentou ausência em 25 g e, portanto, conformidade segundo Brasil (1997). Sousa et al. (2002) avaliaram 18 amostras de doce de leite de búfala e não isolaram *Salmonella* sp. A presença deste microrganismo foi constatado por Timm et al. (2007) em uma amostra (3,6%) de doce de leite pastoso dentre 28 amostras analisadas vendidas porcionadas, entretanto esses autores relataram que são raros os registros de casos de isolamento de *Salmonella* a partir de doce de leite.

O tipo e as propriedades da embalagem para o armazenamento de doce de leite em tabletes influenciam diretamente em suas propriedades durante a vida de prateleira. De acordo com as condições estudadas a embalagem composta por bandejas de isopor envoltas por PVC, devido as intensas alterações nas características físico-químicas, de textura e cor, não são recomendadas para o armazenamento de doce de leite em tabletes. Ao contrário, Potes de Polipropileno e sacos de PEBD a vácuo, constituem-se como eficientes materiais embalagens para manutenção das propriedades iniciais desse tipo de doce. Entretanto, os sacos de PEBD apresentam maior praticidade quanto ao transporte e manuseio, uma vez que não apresenta riscos de desprendimento da tampa como os potes de PP.

4.3.4 Rendimento

O rendimento da batelada de doce de leite em tabletes elaborada no presente trabalho apresentou rendimento de 32,42%, e total de perdas relativas a separação de tabletes mal formados, rachados ou provenientes das arestas de 3,45%. Valores semelhantes (35,5%) foram encontrados por Milagres et al. (2010) e Granda et al. (2005), 36%, ao elaborar formulações de doce de leite pastoso tradicional. O doce de leite em tabletes apresenta maior rendimento que o pastoso por causa da maior quantidade de sacarose adicionada, entretanto há maior custo operacional pelo maior tempo de processo e concentração. Porém, a fabricação desse produto pode compensar desde que sejam controladas as perdas operacionais (PERRONE et al., 2011).

4.4 Conclusão

Com relação as características físico-químicas os doces elaborados atenderam aos Padrões de Identidade e Qualidade fixados pela legislação vigente e as embalagens testadas foram eficientes na preservação da conformidade desses parâmetros até 180 dias. A embalagem PVC apresentou os doces com menor teor de umidade ($p < 0,05$) e maior perda de água (64,14%). Não houve diferença

($p < 0,05$) nos teores de lipídeos e cinzas entre os tratamentos, enquanto a embalagem PVC apresentou as maiores médias de proteínas.

A embalagem revestida de PVC influenciou no aumento da dureza e redução da fraturabilidade doce de leite em tabletes, provocando a perda da maciez e surgimento de textura quebradiça. Enquanto a embalagem PEBD foi eficiente para manter a dureza, fraturabilidade, mastigabilidade, coesividade e adesividade praticamente inalteradas durante seis meses.

A avaliação instrumental de cor indicou que doces mais amarelos e com maior luminosidade são obtidos quando armazenados em PVC, ao contrário, o PEBD apresentou tabletes mais escuros e com menor intensidade de b^* .

Durante o período de armazenamento estudado os doces embalados em PP, PVC e PEBD apresentaram ausência de *Salmonella* sp, Coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* spp até 180 dias. A contagem de fungos e leveduras apresentou resultados acima do permitido durante a vida útil estudada para todos os tratamentos. Observou-se que fatores como a utilização de tacho desprovido de tampa e exaustor, presença de condensação, exposição do produto a ventilação natural e longos períodos entre a bateção e corte, podem influenciar negativamente nas condições microbiológicas do produto.

Diante dos resultados apresentados verificou-se que o presente trabalho poderá contribuir para melhor compreensão da estabilidade do doce de leite em tabletes durante sua vida útil, bem como a eficiência de diferentes embalagens na manutenção dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, de textura e cor. Além disso, poderá auxiliar no detalhamento de algumas das etapas do processo de fabricação de doce de leite em tabletes que possuem maior complexidade e são escassas na literatura.

4.5 Referências bibliográficas

AGIBERT, S. A. C. **Caracterização reológica, microbiológica, físico-química e sensorial de doce de leite caprino**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

ALVES, S.T.A. **Contaminação de alimentos gordurosos através da migração de plastificantes do tipo DEHA e DEHP do filme PVC**. Brasília: Unb, 43 f. Especialização (Pós-graduação *latu sensu* em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, 2009.

ANDRADE, M. A. Mastite bovina subclínica: prevalência, etiologia e testes de sensibilidade a drogas antimicrobianas. **Rev Vet News**, 49: 10-6, 2001.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Brasília: Embrapa, 2012. 326 p.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of totallipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiological**, Ottawa, v. 27, n. 8, p.911-917, 1959.

BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 835-843, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1997). Secretária de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 8 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília/DF, 10 de jan. 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002. Aprova o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 de outubro de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 de setembro de 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez. 2006.

CHACÓN-VILLALOBOS, A., PINEDA-CASTRO, M. Y MÉNDEZ-ROJAS, S. Efecto de la proporción de la leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. **Agronomía Mesoamericana**, v. 24, n. 1, 149 – 167, 2013.

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

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2 Ed., São Paulo: Ed. Atheneu, 2001. 652 p.

FEIHRMANN, A. C.; CICHOSKI, A. J.; JACQUES, A. R. Doce de leite elaborado em evaporador, com leite semi-desnatado concentrado. **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, n. 141, p. 29-32, 2006.

FERREIRA, V. L. P. et al. Cor de doce de leite pastoso. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 134-145, 1989.

FERREIRA, L. O.; PEREIRA, P. A. P.; MARIA, J.; PINTO, S. M. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.67, n.387, p.05-11, 2012.

- FLAUZINO, R. D. **Influência da temperatura e do teor de gordura nos parâmetros reológicos do leite condensado e creme de leite**. 2007. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP, 2007.
- FRANCISQUINI, J. D.; OLIVEIRA, L. N.; PEREIRA, J. P. F.; STEPHANI, R.; PERRONE, I. T.; SILVA, P. H. F. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. **Revista Ceres**, v. 63, p. 589-592, 2016.
- FRANCO, B.D.G.; LANDGRAF, M. **Microrganismos patogênicos de importância em alimentos**. In: Microbiologia dos Alimentos. São Paulo. Atheneu, 2008, p. 33-81.
- GAZE, L. V.; OLIVEIRA, B. R.; FERRAO, L. L.; GRANATO, D.; CAVALCANTI, R. N.; CONTE JÚNIOR, C. A.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, n. 98, pág 1443–1454, 2015.
- GARCÍA, F.E.V.; CARDONA, L. J. M. Estimación de la vida útil de un arequipe bajo en calorías. **Revista Lasallista de Investigación**, Medellín, vol. 6, n. 1, 2008.
- GLICKSMAN, M. **Gum technology food industry**. New York: Academic Press; 1969.
- GORRIS, L. G. M.; PEPPELENBOS, H. W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **HortTechnology**. v.2, n.3, p.303-309, 1992.
- GRANDA, T.; RAMOS, A. M; TEIXEIRAS, L. J. Q. Formulação e avaliação de doce de leite em pasta sem adição de açúcar. In: XXII Congresso Nacional de Laticínios, Juiz de Fora. Anais. p. 285-288, 2005.
- GUIMARÃES, F. I. T.; CALIARI, M.; SOARES JUNIOR, M. S. Instrumental analysis of texture, color and acceptance of instant dessert formulated with broken-rice grains. **Food Science and Technology Research**, Tokyo, v. 20, n. 4, p. 785-792, 2014.
- HENTGES, D.; SILVA, D. T. ; DIAS, P.A. ; CONCEICAO, R. C. S. ; ZONTA, M. N. ; TIMM, Cláudio Dias. **Pathogenic microorganism survival in dulce de leche**. Food Control, v. 21, p. 1291-1293, 2010.
- HOUGH, G.; BRATCHELL, N.; MACDOUGALL, D.B. Sensory profiling of dulce de leche, a dairy based confectionary product. **Journal of Sensory Studies**, v.7, n.1, p.157-78, 1992.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.
- LIMA, M. S. **Bolor em doce de leite em tabletes**. Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas. Ministério da Ciência e Tecnologia, Serviço de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul, 2008.
- MADRONA, G. S.; ZOTARELLI, M.F.; BERGAMASCO, R.; BRANCO, I. G. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, 2009.
- MARTINS, J. F. P.; LOPES, C.N. **Doce de leite: aspectos da tecnologia de fabricação**. São Paulo: ITAL, 1980. 37p. (Instruções Técnicas, n.18).

- MARTINS, G. A. S.; FERRUA, F. Q.; MESQUITA, K. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Estabilidade de Doces em Massa de Banana Prata. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), v. 70, p. 332, 2011.
- MILAGRES, M. P.; Dias, G. ; MAGALHAES, M. A. ; SILVA, M. O. ; RAMOS, A. M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. **Revista Ceres**, v. 57, p. 439-445, 2010.
- MORENO, I.; VIALTA, A.; VALLE, J. L. E. Microrganismos responsáveis pelas principais deteriorações do requeijão e outros queijos fundidos. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, n. 41, p.72-75. 2002.
- OLIVEIRA, R. M. E.; OLIVEIRA, A. R. C.; RIBEIRO, L. P.; PEREIRA, R.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R. Caracterização química de doces de leite comercializados a granel em Lavras. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Lavras, n. 377, 2010.
- PAULETTI, M. S. et al. Color y textura del dulce de leche: Selección de métodos instrumentales para el control de calidad industrial. **Revista Espanhola de Ciência y Tecnologia Alimentaria**, Valencia, v. 32, n. 3, p. 291-305, 1992.
- PAVLOVIC, S.; SANTOS, R.C.; SILVA, M.E.; GLORIA, M.B.A.Effect of processing on the nutritive value of Doce de leite, atypical Latin-American confectionary product. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.35, n.4, p.691-698, 1992.
- PERRONE, I. T. Tecnologia para fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, n° 3, p. 43-49, 2007a.
- PERRONE, I. T.. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Informe Agropecuário (Belo Horizonte)**, v. 28, p. 67-74, 2007b.
- PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite: aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: Do Autor, 2011. 286 p.
- PIERETTI, G. G.; SEOLLIN, V. J.; BENTO, R. S.; MICHKA, J. M.; SANTOS, R. D.; MADRONA, G. S. Doce de leite pastoso elaborado com açúcar mascavo:Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica.**Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Jan/Fev, nº 390, p. 59-64, 2013.
- PINTO, R.V. Doce de leite: Fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 37-8, 1979.
- RIBEIRO, G. A. Doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 3, n. 18 , 1948.
- ROBINSON, R. K. Dairy Microbiology: the microbiology of milk. London and New Jersey: **Applied Science Publishers**, 1981. 258p.
- SÁ, J. F. O. Caracterização microbiológica de doce de leite, leite condensado e queijo Minas Padrão por metodologia clássica e padronização de multiplex para detecção de patógenos por PCR em tempo real. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

SANTOS, R.A, MARQUES, R.C.P. Análise microbiológica e físico-química de doce de leite vendido no comércio informal de Currais Novos/RN. **Holos**, v. 5, p. 131-136, 2010.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

SILVA, F. L. DA; FERREIRA, H. A. L.; SOUZA, A. B. DE; ALMEIDA, D. F.; STEPHANI, R.; PIROZI, M. R.; CARVALHO, A. F. DE; PERRONE, Í. T. Production of dulce de leche: The effect of starch addition. **Lebensmittel-Wissenschaft Food Science and Technology**, v. 62, p. 417-423, 2015.

SOUZA, G. de; OLIVEIRA, A.J. de; SHIROSE, I.; VALLE, J.L.E.; CARVALHO, C.R.L. Utilização de abóbora e moranga na produção de doce de leite pastoso com coco. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 47, parte 2, p. 609-623, 1990.

SOUSA, C.; NEVES, E.C.A.; CARNEIRO, C.A.A.; FARIAS, J.B.; PEIXOTO, M.R.S. Avaliação microbiológica e físico-química de doce de leite e requeijão produzidos com leite de búfala na Ilha do Marajó. **B. CEPPA**, Curitiba, v.20. n.2, p.191-202, Julho, 2002.

SZCZESNIAK, A.S. Texture Profile Analysis – Methodology Interpretation Clarified. **Journal of Food Science**, v.60, n.6, 1995.

TANN, R. **Manufacture of sweetened condensed milk and significance of lactose**. In: FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Advanced Dairy Chemistry: lactose, water, salts and minor constituents*. 4ed. London: Thomson Science, vol. 3, 789p. 2009.

TIMM, C. D., CONCEIÇÃO, R. C. S., COELHO, F. J. O., ROOS, T. B., TEJADA, T. S., QUEVEDO, P. S. Avaliação microbiológica de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, 275-277, 2007.

TURCATEL, L.C.; PIRES, P.F.F.; DINIZ, P.R.; FERREIRA, S.M.R.; ALVES, M.A.O.; BEUX, M.R. Que doce de leite é esse? Uma discussão sobre o padrão de identidade e qualidade do doce de leite pastoso. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 302-308, 2014.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza (España): Acribia, 1995.

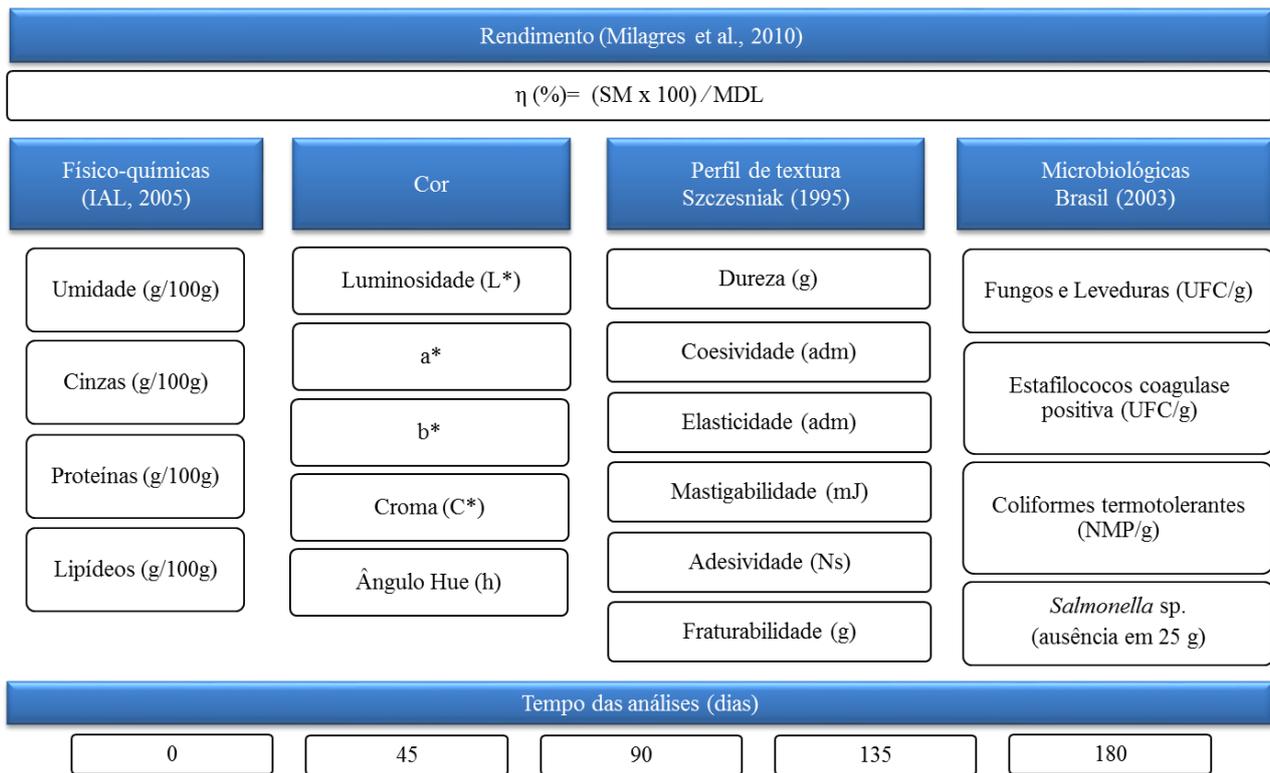
VIEIRA, L. C.; JÚNIOR, J. B.L. **Tecnologias de fabricação dos doces de leite pastoso e em tabletes**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2004.

ZALAZAR, C. A.; PEROTTI, M. C. **Concentrated dairy products, dulce de leche**. Pages 874–880 in *Encyclopedia of Dairy Science*, 3rd ed. J. W. Fuquay, P. Fox, and P. McSweeney, ed. Academic Press, Cornwall, UK, 2011.

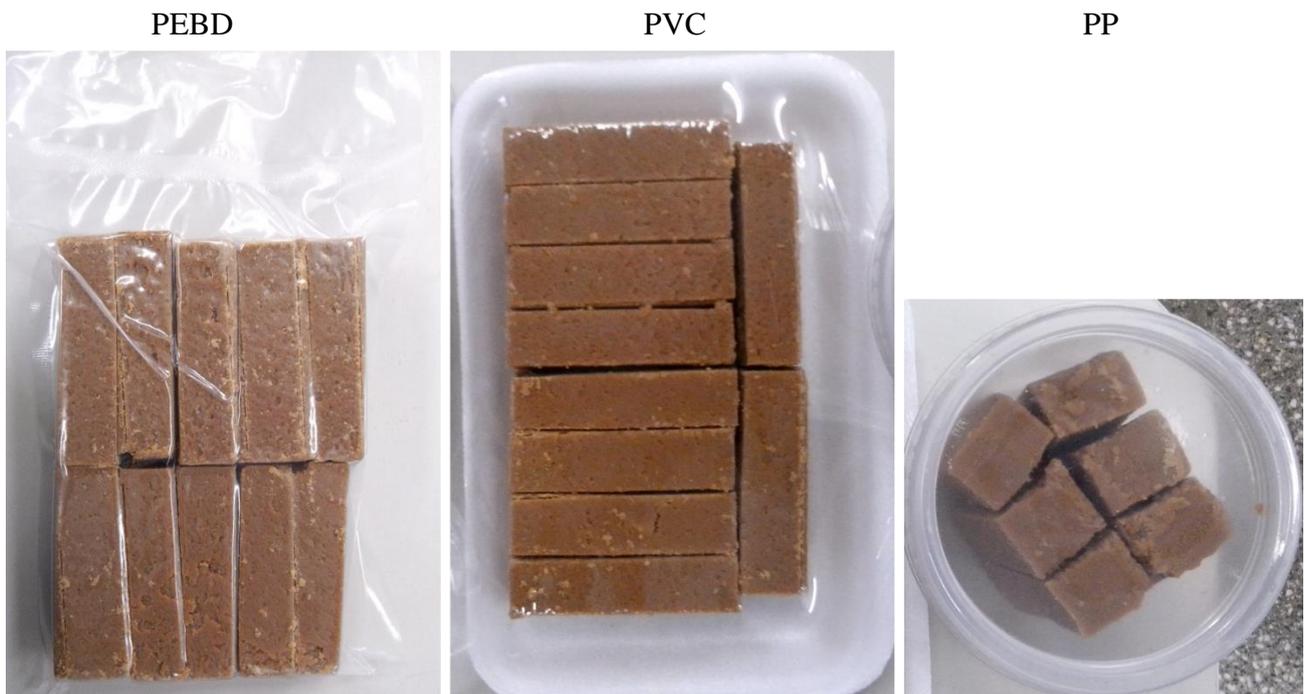
WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; BOEKEL, M.A.J.S. **Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2001, 729 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Representação esquemática das avaliações.



APÊNDICE B. Embalagens utilizadas no armazenamento das amostras de doce de leite em tabletes.



APÊNDICE C. Método de adição do açúcar utilizado.



APÊNDICE D. Resultados das avaliações físico-químicas e de cor instrumental.

Tabela 1D. Valores médios de umidade (g/100g), cinzas (g/100g), proteínas (g/100g), lipídeos (g/100g) e coordenadas de cor instrumental L*, a*, b*, C* e ângulo hue de doces de leite em tabletes acondicionados em bandejas de isopor com Policloreto de Vinila (PVC), Polipropileno (PP) e Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) a vácuo, armazenados a 25°C e UR 45-75%.

Tratamentos	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	L*	a*	b*	C*	h
EPVC	5,84c	1,76a	7,15a	8,00a	37,16a	8,47a	16,62a	18,77a	62,38a
PPPO	11,95ab	1,64a	6,79b	7,64a	36,06b	7,19b	14,58b	16,29b	62,64a
PEBD	12,17a	1,82a	6,99ab	7,53a	34,94c	7,16b	14,04c	15,79c	62,04a
Teste F	3757,90*	0,87ns	15,36*	1,77ns	357,43*	313,53*	912,62*	1002,52*	1,69ns
DMS (5%)	0,2385	0,4275	0,2926	0,9035	0,5915	0,3956	0,415	0,4536	0,0152
Tempo (dias)									
0	11,88a	1,64a	7,63a	8,21ab	43,77a	12,37a	23,57a	26,63a	62,29b
45	10,64b	1,62a	6,95b	7,54bc	27,04d	4,21d	16,90e	8,10e	58,42d
90	10,19c	1,73a	7,54a	8,12ab	39,25b	8,09c	14,76d	16,85d	61,09c
135	9,57d	1,71a	6,72b	8,53a	39,53b	9,66b	20,36b	22,67b	64,80a
180	9,56d	1,89a	6,70b	6,70c	38,40c	8,45c	18,29c	20,18c	65,13a
Teste F	151,92*	1,07ns	30,95*	10,84*	1582,19*	659,10*	3213,75*	3171,77*	175,49*
DMS (5%)	0,2619	0,4696	0,3214	0,9924	0,6487	0,4338	0,4551	0,4975	0,0167
Tratamento x tempo	1,02ns	1,02ns	4,82*	2,49*	151,23ns	149,72ns	433,55ns	469,55ns	2,35*

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * significativo ($p < 0,05$) e ns não significativo ($p > 0,05$).

APÊNDICE E. Evidência de condensado na caixa redutora e estrutura do cavalete do tacho.

