

INOVAÇÃO NA TECNOLOGIA DE DERIVADOS DO LEITE DE CABRA

SILVANI VERRUCK
ELANE SCHWINDEN PRUDENCIO
(Organizadoras)



Atena
Editora

Ano 2018

Silvani Verruck
Elane Schwinden Prudencio
(Organizadoras)

INOVAÇÃO NA TECNOLOGIA DE DERIVADOS DO LEITE DE CABRA

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
158	Inovação na tecnologia de derivados do leite de cabra [recurso eletrônico] / Silvani Verruck, Elane Schwinden Prudencio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-85-85107-40-6 DOI 10.22533/at.ed.406182509 1. Caprinos – Criação. 2. Leite de cabra. I. Prudencio, Elane Schwinden. II. Título. CDD 636.39
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	5
CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA SOBRE LEITE DE CABRA E DERIVADOS	
Silvani Verruck	
Vinicius Bittencourt Vitorino	
Luiza Medeiros Cardoso	
Camila Espíndola Sérgio	
Alice Espíndola Moreira Cardoso	
Elane Schwinden Prudencio	
CAPÍTULO 2	27
ADIÇÃO <i>BIFIDOBACTERIUM</i> BB-12 E AS PROPRIEDADES DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL OBTIDO DO LEITE DE CABRA (<i>CAPRA AEGRAGUS</i>) AO LONGO DA SUA MANUTENÇÃO EM REFRIGERAÇÃO	
Vinicius Bittencourt Vitorino	
Silvani Verruck	
Sofia Grechi Garcia	
Bruna Marchesan Maran	
Elane Schwinden Prudencio	
CAPÍTULO 3	39
PROPRIEDADES DE DOCE DE LEITE DE CABRA (<i>Capra aegragus</i>) ADICIONADO DE PREBIÓTICO VISANDO A SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA	
Luiza Medeiros Cardoso	
Alice Espíndola Moreira Cardoso	
Maria Helena Machado Canella	
Silvani Verruck	
Elane Schwinden Prudencio	
CAPÍTULO 4	50
EMPREGO E PROPRIEDADES DO LEITE FERMENTADO DE CABRA (<i>Capra aegragus</i>) ADICIONADO DE INULINA	
Camila Espíndola Sérgio	
Maria Helena Machado Canella	
Silvani Verruck	
Elane Schwinden Prudencio	
SOBRE OS AUTORES	61
SOBRE AS ORGANIZADORAS	62

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA SOBRE LEITE DE CABRA E DERIVADOS

Silvani Verruck

Universidade Federal de Santa Catarina

Vinicius Bittencourt Vitorino

Universidade Federal de Santa Catarina

Luiza Medeiros Cardoso

Universidade Federal de Santa Catarina

Camila Espíndola Sérgio

Universidade Federal de Santa Catarina

Alice Espíndola Moreira Cardoso

Universidade Federal de Santa Catarina

Elane Schwinden Prudencio

Universidade Federal de Santa Catarina

CONCEITOS APRESENTADOS NESTE CAPÍTULO

Este capítulo tem como objetivo abordar os conceitos teóricos envolvidos na produção de derivados lácteos funcionais de leite de cabra, bem como descrever as análises fundamentais para caracterização dos derivados produzidos. Para isso, conceitos básicos sobre a composição e propriedades do leite de cabra serão descritos. Os derivados funcionais produzidos ao longo deste livro são queijo tipo Minal Frescal, doce de leite e leite fermentado. Portanto, as definições e análises envolvidas no desenvolvimento destes produtos serão descritos. Com isso, o leitor poderá compreender o que torna os alimentos

funcionais uma das áreas de pesquisa mais promissoras no campo da moderna tecnologia de derivados lácteos.

1.1 Introdução

A composição química do leite de cabra, composta por proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, alta biodisponibilidade mineral e teor vitamínico, qualifica como alimento de alto valor nutricional, representando grande importância na alimentação de lactentes e idosos, devido às características de hipoalergenicidade e maior digestibilidade (HAENLEIN, 2004). De acordo com Mayer e Fiechter (2012), os produtos lácteos de cabra podem fornecer uma alternativa rentável aos produtos de leite de vaca, devido ao seu sabor específico e à imagem natural e saudável dos consumidores. Assim, o leite de cabra é uma excelente matriz para o desenvolvimento de uma grande variedade de produtos inovadores de promoção da saúde e alimentos funcionais (SILVEIRA et al., 2015; SILANIKOVE et al., 2010), tais como bactérias probióticas e substâncias prebióticas (BAKR, 2015).

O efeito benéfico de determinados tipos de alimentos, denominados funcionais e, de alguns de seus componentes, sobre a saúde do consumidor têm sido estudados (CARRILLO et

al., 2013). De acordo com a ANVISA alimento funcional é definido como “propriedade funcional” em referência ao papel metabolito ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente, tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. Dentre os ingredientes que podem ser adicionados em derivados lácteos com a finalidade de transformá-lo em um alimento funcional estão os probióticos e os prebióticos (BRASIL, 1999).

Os efeitos benéficos do consumo de probióticos incluem o equilíbrio da microbiota intestinal, a melhora da digestibilidade, o metabolismo da lactose, a resposta do sistema imunológico e as propriedades anticarcinogênicas (GOMES; MALCATA, 1999). Em produtos lácteos, o gênero *Bifidobacterium* destaca-se por ser uma das culturas probióticas mais utilizadas (BIELECKA; BIEDRZYCKA; MAJKOWSKA, 2002; BOYLSTON et al., 2004; SAAD et al., 2013). Para exercer seus benefícios à saúde, a ingestão diária mínima recomendada de probióticos é de cerca de 8-9 unidades formadoras de colônia (UFC g⁻¹ ou mL⁻¹), o que pode ser alcançado com consumo diário de pelo menos 100g de 6-7 log Unidades Formadoras de Colônias (CFU g⁻¹ ou mL⁻¹ do produto) (BOYLSTON et al., 2004). No entanto, um dos maiores desafios no desenvolvimento de um produto probiótico com probióticos é garantir uma alta taxa de sobrevivência das bactérias durante a fabricação do produto e ao longo do tempo de prateleira, além de ser capaz de sobreviver durante a passagem pelo sistema gastrointestinal humano (GRANATO et al., 2010; TRIPATHI; GIRI, 2014; ZARE et al., 2012).

Quanto aos prebióticos, Gibson e Roberfroid (1995) referem-se a eles como ingrediente alimentar não digerível que promove o crescimento ou atividade de colônias de bactérias desejáveis no cólon afetando benéficamente o hospedeiro. De acordo com a Legislação Brasileira, os prebióticos são definidos como ingredientes que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pela flora bacteriana do trato digestório originando substâncias que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas e inibem a colonização de bactérias patogênicas ou indesejáveis (BRASIL, 2004). Os prebióticos mais conhecidos são a inulina e a oligofrutose (GUARNER et al., 2011). Esses ingredientes não digeríveis, presentes como material de reserva de algumas plantas, têm a capacidade de aumentar o número e/ou atividade de micro-organismo específicos no trato intestinal, com ação peculiar sobre *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (GIBSON; ROBERFROID, 1995; BURITI et al., 2007; SILVA, 2007).

A utilização de inulina de cadeia longa como um substituto de gordura é relacionada com a sua capacidade em formar micro cristais, quando misturados à água ou ao leite, que interagem uns com os outros formando pequenos agregados. Estes agregados englobam uma grande quantidade de água, criando assim uma textura suave e cremosa, mantendo a mesma sensação que a gordura promove nos alimentos (KAUR; GUPTA, 2002; MONTAN, 2003; BOT et al., 2004). Enquanto isso, a oligofrutose é normalmente utilizada em substituição à sacarose quando presente

no alimento, devido ao seu potencial adoçante (VILLEGAS, 2010). A oligofrutose apresenta propriedade funcional semelhante à sacarose ou ao xarope de glicose, possui um terço do poder adoçante e maior higroscopicidade do que a sacarose, além de baixo valor calórico (1,5 Kcal/g) (COUSSEMENT, 1999).

No entanto, ao se adicionar um novo ingrediente em um derivado lácteo tradicional, espera-se que este não modifique as características e propriedades próprias do produto. Portanto, a realização de análises como de composição físico-química, análise do perfil de textura, análise reológica, análise de cor, além da avaliação da viabilidade do probiótico ao longo do armazenamento (quando este estiver presente) são de fundamental importância ao se desenvolver um derivado lácteo funcional. Sendo assim, o objetivo deste capítulo é abordar os conceitos teóricos envolvidos na produção de derivados lácteos funcionais de leite de cabra, bem como descrever as análises fundamentais para caracterização dos derivados produzidos.

1.2 O leite de cabra (*Capra aegagrus*)

Estima-se que mais de 80% do rebanho mundial de cabras esteja localizado nos continentes asiático e africano. As cabras são animais resilientes, sendo capazes de produzir um leite de alta qualidade nutricional mesmo em condições climáticas adversas (SILANIKOVE, 2010). O leite de cabra é o quarto mais produzido do mundo, atrás do leite de vaca, búfala e ovelha. Apesar de representar apenas 2,2% da produção mundial de leite, a criação de cabras tem uma importância econômica significativa em países onde as condições climáticas não são favoráveis para a criação de bovinos (AMIGO et al., 2011).

No Brasil, o Nordeste é líder em número de cabeças, concentrando 90% do rebanho nacional, tanto para a produção de leite quanto para o abate (COSTA et al., 2009). De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no ano de 2014 foram produzidas 153,7 toneladas de leite de cabra no Brasil, podendo-se observar um crescimento de 2,4% desde 2012 (FAO/WHO, 2014).

A legislação brasileira define leite de cabra como “o produto oriundo de ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados” (BRASIL, 2000). A Instrução Normativa 37 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece os requisitos mínimos de qualidade do leite de cabra destinado ao consumo humano. Os padrões físico-químicos exigidos são os seguintes: 2,8 g/100 g de proteína bruta, 4,3 g/100 g de lactose, 8,20 g/100 g de sólidos não gordurosos, 0,7 g/100 g de cinzas, acidez (% ácido láctico) 0,13 a 0,18 e índice criocópico entre -0,050 e -0,585°H (BRASIL, 2000).

Conforme se observa na Tabela 1.1, o leite de cabra é similar ao leite de vaca em sua composição. Por ser constituído de proteínas de alto valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de um importante conteúdo mineral e vitamínico, o leite de

cabra qualifica-se como um alimento de elevado valor nutricional (COSTA et al., 2009).

Espécie	Componentes (g/100 g)				
	Água	Lactose	Proteínas	Gorduras	Minerais
Vaca	87,7	4,5	3,4	3,7	0,7
Búfala	83,2	4,8	3,8	7,4	0,8
Cabra	87,5	4,5	3,1	3,9	0,8
Ovelha	81,3	4,8	5,5	7,4	1,0

Tabela 1.1: Composição dos leites de diferentes espécies

Fonte: Fonseca et al., 2016.

Assim como no leite de vaca, a lactose é o principal carboidrato presente no leite caprino, por isso este não representa uma alternativa a pessoas que possuam intolerância à lactose (SILANIKOVE, 2010).

As micelas de caseína no leite de cabra são maiores (100-200 nm) se comparadas as do leite bovino (60-80 nm). Aproximadamente 77% da proteína do leite de cabra é composto por caseína, sendo as micelas formadas principalmente por β -caseína, o que representa 53% do total de caseínas, enquanto no leite de vaca este valor não chega aos 40%. Ao mesmo tempo, a fração de α S1-caseína é muito menor no leite caprino que no bovino, o que pode ser relacionado com o menor potencial alergênico do leite de cabra, sendo este mais facilmente tolerável por crianças do que o leite de vaca (FONSECA et al., 2016; SILANIKOVE, 2010).

O fato dos glóbulos de gordura do leite caprino terem um menor tamanho em relação ao leite de vaca também faz com que o primeiro apresente melhor digestibilidade. Além disso, os ácidos graxos caproico, caprílico e cáprico, representam um importante papel no sabor e aroma típico dos queijos de cabra (FONSECA et al., 2016). Segundo Mayer e Fiechter (2012), os derivados de leite de cabra podem ainda apresentar um importante valor do ponto de vista rentável em relação ao leite bovino devido ao sabor específico e a imagem natural e saudável que passa para os consumidores.

A seguir os derivados de leite de cabra sobre os quais este livro aborda serão descritos, ou seja, queijo tipo Minas Frescal, doce de leite e leite fermentado.

1.3 Derivados produzidos a partir do leite de cabra

1.3.1 Queijo tipo Minas Frescal

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1996), “entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do calho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/

ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes”.

Costa et al. (2017) explica que a fabricação do queijo consiste em três etapas, sendo elas a acidificação, coagulação e desidratação. A coagulação é a responsável pela formação da coalhada, um gel que retém proteína, gordura e água. Com o corte da coalhada se consegue a retirada do soro, obtendo-se diferentes teores de umidade, de acordo com o tipo de queijo (COSTA et al., 2017).

Na comunidade europeia, a originalidade dos derivados do leite cabra é protegida por lei através de Designações de Origem Protegida (DOP) ou Indicações Geográficas Protegidas (IGP). A Grécia e a França detêm as maiores produções de queijo de cabra, produzindo excelentes queijos, seja a partir do leite caprino exclusivamente ou de misturas com leite de vaca e ovelha (AMIGO, 2011).

Segundo Fonseca et al. (2016), a produção de queijos de cabra tem ganhado forte impulso no Brasil nas últimas décadas, onde muitas queijarias e estabelecimentos de laticínios produzem queijos adaptados ao paladar do brasileiro, como a produção de queijos Frescal e ricota. Dentre estes produtos destacam-se os funcionais, ou seja, acrescidos de probióticos, como o queijo tipo Minas Frescal elaborado por Fritzen-Freire et al. (2010) e o queijo do leite de búfala também elaborado por Verruck et al. (2014).

A legislação brasileira define propriedade funcional como aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais pode, além de possuir funções nutricionais básicas, produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéfico à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999). Segundo Stanton et al. (1998), alimentos que contenham microrganismos probióticos são classificados como alimentos funcionais.

1.3.1.1 Propriedades físicas do queijo tipo Minas frescal

As propriedades físicas de um alimento podem ser determinadas através da análise instrumental do perfil de textura. Esta análise avalia as características do alimento, simulando os movimentos mecânicos da mordida ou mastigação, a partir das curvas de tensão-deformação (ANJOS et al., 2006). No perfil de textura a amostra é submetida a duas deformações sucessivas, simulando a compressão do alimento (FOX et al., 2000). Esta análise instrumental é utilizada como uma alternativa à avaliação sensorial (ANZALDÚA-MORALES, 1994). De acordo com Tunick (2000), as propriedades do alimento, avaliadas através da análise instrumental do perfil de textura são a firmeza, adesividade, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade (Quadro 1.1).

Propriedade	Definição
Firmeza	Força máxima durante a primeira compressão, a força necessária para obter a deformação resultante.
Adesividade	Trabalho necessário para retirada do <i>probe</i> da superfície do produto.
Coesividade	Indica a força das ligações internas da amostra.
Elasticidade	Corresponde à capacidade do produto de voltar ao seu estado original após uma deformação.
Gomosidade	Representa a força necessária para desintegrar a amostra semissólida.
Mastigabilidade	Indica o trabalho necessário na mastigação da amostra semissólida.

Quadro 1.1: Definições de propriedades mecânicas avaliadas através da análise do Perfil de Textura.

Fonte: TUNICK, 2000.

Segundo Gunasekaran e Ak (2003), outra forma de determinar as propriedades físicas de um alimento seria empregando a análise reológica. Esta análise tem como objetivo medir as propriedades que controlam a deformação e o comportamento de um material submetido a forças externas, estabelecendo uma relação entre tensão, deformação e tempo. Relacionado a alimentos, o termo refere-se frequentemente ao movimento, à deformação e à desintegração da amostra diante de uma força (TUNICK, 2000).

A classificação reológica dos queijos geralmente é a de ser um alimento viscoelástico, o que significa que sua relação entre tensão e deformação confere propriedades tanto de sólido como de líquido (GUNASEKARAN; AK, 2003; GUINEE, 2011). KULMYRZAEV et al. (2005) relata que a composição do queijo, seu estado físico-químico, as interações entre seus componentes, além de suas estruturas são os elementos responsáveis por definir este comportamento viscoelástico.

As propriedades reológicas de queijos são realizadas através do teste de compressão uniaxial (FRITZEN-FREIRE et al., 2010). O mesmo consiste na obtenção de uma curva de força *versus* tempo, através da compressão de uma amostra por uma placa plana que se move em direção a essa amostra em velocidade constante (ROHM; JAROS, 2011). A força aplicada durante a realização do teste é de grandeza suficiente para ocasionar a fratura da amostra (Figura 1.1), sendo que a partir dessa fratura podem-se obter dados como tensão e ruptura (σ_R) e deformação de ruptura (ϵ_R) (TUNICK, 2000). A tensão de ruptura (σ_r) e a deformação de ruptura (ϵ_r) provêm das curvas de tensão pela deformação, onde σ_r é obtida no ponto máximo da curva e σ_r através da deformação correspondente, segundo Wium e Qvist (1997).

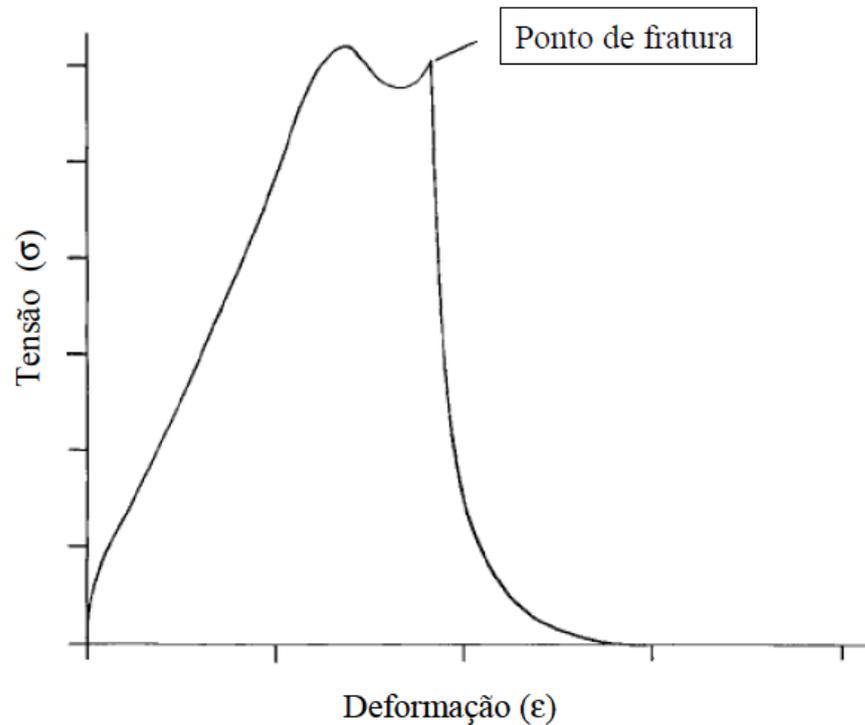


Figura 1.1: Curva típica do teste de compressão uniaxial em amostras de queijo
 Fonte: Tunick, 2000.

O teste de relaxação, uma das formas de analisar a viscoelasticidade de queijos, é outra análise realizada para determinar o comportamento reológico (GUNASEKARAM; AK, 2003). O mesmo consiste em aplicar uma deformação à amostra e analisar a manutenção dessa deformação ao longo do tempo (FRITZEN-FREIRE, 2010).

A curva de relaxação típica de um material viscoelástico (Figura 1.2) é caracterizada por uma queda exponencial da força/tensão em função do tempo até atingir um valor constante, porém diferente de zero (GUNASEKARAM; AK, 2003). O modelo empírico de Peleg é tradicionalmente utilizado para a descrição das curvas de relaxação e predição de parâmetros (RODRÍGUEZ-SANDOVAL; FERNÁNDEZ-QUINTERO; CUVELIER, 2009).

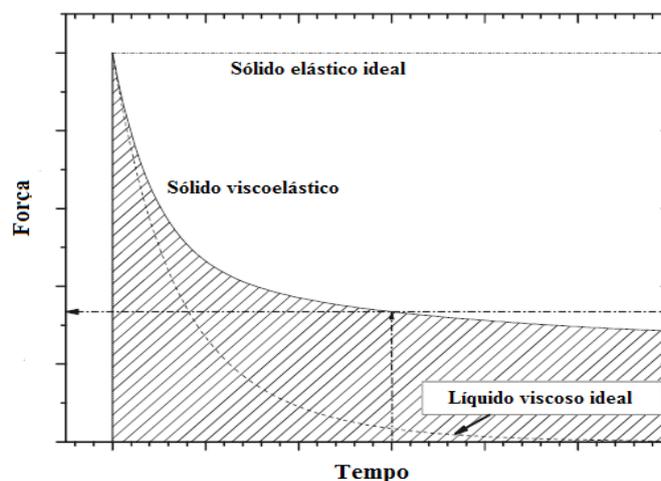


Figura 1.2: Curva típica de relaxação de um sólido viscoso ideal, líquido viscoso ideal e sólido visco elástico.

Fonte: Steffe (1996).

1.3.2 Doce de Leite

O doce de leite é fabricado e comercializado principalmente na Argentina, Uruguai e secundariamente no Chile, Brasil, Paraguai entre outros países da América Latina (GAZE et al., 2015). No ano de 2014, o valor anual de exportação de doce de leite no Brasil foi de aproximadamente US\$ 239,000 (EMBRAPA, 2015).

De acordo com a ANVISA, o doce de leite é o produto resultante da cocção de leite com açúcar, podendo ser adicionado de outras substâncias alimentícias permitidas, até a concentração conveniente e parcial para caramelização (BRASIL, 1978). É consumido principalmente como sobremesa e também utilizado como matéria prima para o setor de panificação, podendo ser classificado de duas diferentes formas: doce de leite em pasta e em tabletes. (BRASIL, 1978; SILVA et al., 2015).

A Tabela 1.2 apresenta os valores máximo e mínimo permitidos para as análises físico-químicas do doce de leite em pasta de acordo com a portaria N° 354, de 4 de setembro de 1997 que regulamenta a fixação de Identidade e Qualidade do doce de leite (BRASIL, 1997).

COMPOSIÇÃO	VALORES (g/100g)
Umidade	Máximo de 30
Matéria Gorda	6,0 a 9,0
Sais minerais	Máximo de 2,0
Proteínas	Mínimo de 5,0

Tabela 1.2: Requisitos físico-químicos para doce de leite em pasta.

Fonte: Brasil (1997).

O doce de leite possui ótima estabilidade química e microbiológica, porém baixa estabilidade física devido à cristalização da lactose e outros açúcares presentes na sua composição, responsáveis pela textura arenosa indesejável no produto final (SILVA et al., 2015). Para resolver este e outros problemas relacionados à produção do doce de leite, diversos aditivos e coadjuvantes de tecnologias, como espessantes, estabilizantes, umectantes, aromatizantes, dentre outros podem ser adicionados ao produto sendo considerados como ingredientes (SILVA et al., 2015). A concentração máxima permitida de cada um deles juntamente com os requisitos microbiológicos devem estar de acordo com a portaria N° 354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997).

A cor caramelo e o aroma característico do doce de leite são provenientes da reação de Maillard que ocorre durante seu processamento (MADRONA et al., 2009), uma reação de escurecimento não enzimático que produz pigmentos marrons desejáveis em alguns alimentos a partir de reações químicas entre um açúcar redutor e um grupo amina durante o processamento térmico ou ainda durante o armazenamento prolongado. (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; SHIBAO; BASTOS, 2011).

Nessa reação, açúcares redutores reagem reversivelmente com aminas para formar uma base de Schiff, que irá converter-se em um composto de Amadori, sendo este o primeiro composto estável da reação. Reações de desidratação levam a formação de melanoidinas, que são responsáveis pelo escurecimento (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A caramelização também está inclusa nas reações de escurecimento não enzimático que ocorrem no doce de leite, sendo a lactose o principal açúcar redutor presente em sua composição. (ZALAZAR; PEROTTI, 2011; ZALAZAR, 2002). Diversos fatores, como o tempo, a temperatura e o pH influenciam na taxa da reação de Maillard (ZALAZAR, 2002). A enzima β -D-galactosidase é adicionada ao doce de leite como uma alternativa para hidrolisar a lactose presente, diminuindo a sua concentração e conseqüentemente a sua cristalização, responsável pela sensação de arenosidade indesejável no produto final (GIMÉNEZ; ARES; GÁMBARO, 2008). O alto teor de açúcares redutores afeta negativamente o escurecimento do produto, aumentando a taxa da Reação de Maillard, conferindo uma intensidade indesejável, podendo ser a cor utilizada como um indicador não específico de qualidade do produto final (GIMÉNEZ; ARES; GÁMBARO, 2008; ANALÍA et al., 2012). Dessa forma, o leite de cabra possui grande importância para o desenvolvimento de novos nichos de mercado, produzindo uma grande variedade de produtos inovadores, como por exemplo, os alimentos funcionais adicionados de inulina e/ou oligofrutose, fibras dietéticas com funcionalidade prebiótica que não interferem no sabor do produto final, além de proporcionar benefícios à saúde (SILANIKOVE et al., 2010; MARTÍNEZ-CERVERA et al., 2011).

1.3.2.1 Análise de cor de doce de leite

A cor pode ser descrita como uma percepção visual resultante da detecção da luz após a interação com um objeto (OLIVEIRA et al., 2003). Em alimentos é um atributo sensorial importante relacionado com a qualidade do produto final, podendo influenciar significativamente a escolha e aceitabilidade do produto por parte dos consumidores (DUFOSSÉ et al., 2005; WADHWANI; MCMAHON, 2012; WU; SUN, 2013).

A análise de cor é realizada através de instrumentos colorimétricos modernos que indicam resultados automáticos, nos quais não necessitam do olho humano (OLIVEIRA et al., 2015). No doce de leite, a caracterização da cor é feita principalmente por colorímetro triestímulo, onde os resultados obtidos são baseados na escala CIE Lab*, definida pela *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE) em 1976 com a finalidade de estabelecer um padrão de cor para as análises. (OLIVEIRA et al., 2003; PORTE; LEÃO; PORTE, 2014). O espaço CIELAB é descrito por um diagrama tridimensional representado por coordenadas retangulares (L^* , a^* e b^*) e coordenadas cilíndricas (C^* e h^*). De acordo com a Figura 1.3 que ilustra as coordenadas tridimensionais utilizadas na medida instrumental de cor, o eixo L^* representa a luminosidade que pode variar do

preto ao branco, representados pelos números 0 e 100 respectivamente (OLIVEIRA et al., 2003; WADHWANI; MCMAHON, 2012). Desta forma, quando os resultados obtidos apresentarem valores mais próximos de 100 indicam que a amostra possui uma coloração clara, ou, uma coloração escura quando os valores obtidos forem mais próximos de 0. As medidas das coordenadas a^* e b^* indicam valores que podem variar do verde (-) ao vermelho (+) e do azul (-) ao amarelo (+), respectivamente (WADHWANI; MCMAHON, 2012).

As coordenadas cilíndricas (C^* e h^*) podem ser avaliadas através de equações numéricas utilizando os valores das coordenadas L^* , a^* e b^* determinadas instrumentalmente, onde a cromaticidade (C^*) representa a intensidade e a pureza de uma cor, e o ângulo Hue (h^*) representa o ângulo de tonalidade (OLIVEIRA et al., 2010).

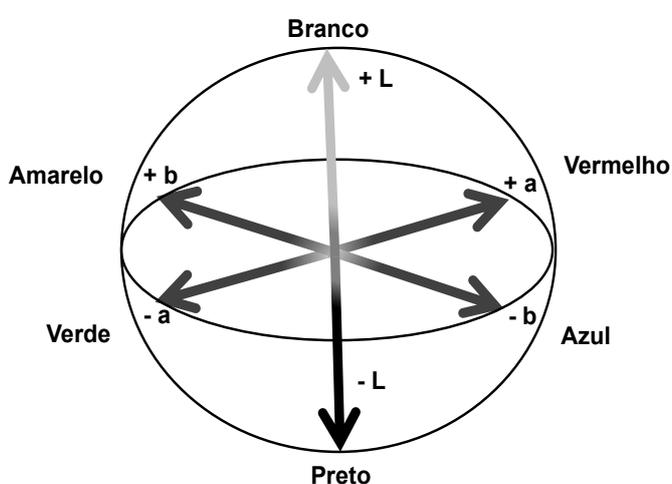


Figura 1.3: Coordenadas tridimensionais utilizadas na medida instrumental da cor.

Fonte: os autores.

1.3.2.2 Análise de perfil de textura (TPA) de doce de leite

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a textura pode ser definida como todas as propriedades reológicas e estruturais de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). A textura juntamente com outros atributos como o aroma, o sabor e o odor, estão diretamente ligados à qualidade e aceitação do produto final (SOUZA et al., 2011).

A classificação de diversos parâmetros de textura como os primários (dureza, coesividade, viscosidade, elasticidade e adesividade) e os secundários (fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade) deu origem ao método de análise de perfil de textura (TPA) que pode ser aplicado tanto para medidas instrumentais quanto para sensoriais (BRANDT; SKINNE; COLEMAN, 1963; BOURNE, 2002).

Para superar as dificuldades e alguns fatores limitantes como a variabilidade

das respostas, a dificuldade na execução das provas ou ainda a peculiaridade na reprodução dos resultados relacionados à avaliação da textura pelo método sensorial, foi proposto à medida instrumental da textura (ANZALDÚA-MORALES, 1994). A TPA é um método instrumental baseado na aplicação de sucessivas forças deformantes com o intuito de simular a ação de compressão e de cortes dos dentes que ocorrem durante a mastigação (SOUZA et al., 2011). De acordo com a Figura 1.4, neste método é possível obter um gráfico de força versus tempo, capaz de medir os parâmetros mecânicos primários e secundários através da curva típica de uma análise instrumental do perfil de textura para cada tipo de alimento (FOGAÇA, 2014). Assim, os métodos instrumentais são uma forma alternativa de avaliação que permitem fornecer dados quantitativos relacionados com a descrição sensorial de um produto (SOUZA et al., 2011; SZCZESNIAK, 2002; KOWASLKI; CARR; TADINI, 2002). Esta relação entre as medidas dos diferentes métodos fornece informações importantes que na prática auxiliam no desenvolvimento de novos produtos (SOUZA et al., 2011).

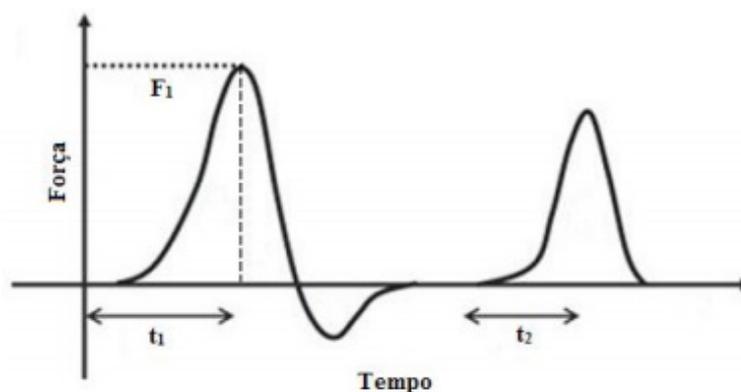


Figura 1.4: Curva típica de uma análise instrumental do perfil de textura (TPA).
Fonte: Fogaça (2014).

Ferreira et al. (2012) avaliaram o perfil de textura de doces de leite comerciais, e concluíram que em relação a textura, não houve diferença significativa em relação aos parâmetros de elasticidade e coesividade, diferentemente da adesividade, que apresentou-se maior em uma das amostras, fato atribuído ao menor valor de atividade de água. Outro estudo realizado em doce de leite elaborado com pimenta mostrou que não houve diferença significativa de todos os parâmetros analisados, isso porque foi utilizado a mesma formulação com pequena variação da quantidade de pimenta adicionada em todas as amostras (MAZINI et al., 2013).

1.3.3 Leite fermentado

Define-se como leite fermentado os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismo específicos. (BRASIL, 2007).

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites

Fermentados (BRASIL, 2007), estes produtos podem ser resultantes da fermentação com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final.

O manejo adequado durante a ordenha não elimina totalmente o odor indesejável natural do leite de cabra, mas o desenvolvimento de derivados como iogurte, pode solucionar este problema (MARINHO, 2012). Dentre estes produtos destacam-se os produtos lácteos fermentados funcionais, ou seja, leites fermentados que contêm probióticos e/ou prebióticos (LEE; SALMINEM, 1995, HELANDER et al., 1997, JELEN; LUTZ 1998).

De acordo com a Resolução nº18 de 30/04/99, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde no Brasil, a definição de alimento funcional é: todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999). O alimento funcional, além de suas funções nutricionais como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos, possui em sua composição uma ou mais substâncias que atuam modulando e ativando os processos metabólicos, melhorando as condições de saúde pelo aumento da efetividade do sistema imune, promovendo o bem-estar das pessoas e prevenindo o aparecimento precoce de alterações patológicas e de doenças degenerativas, que levam a uma diminuição da longevidade (PARK; KOO; CARVALHO, 1997; SGARBIERI; PACHECO, 1999). Os prebióticos estimulam o crescimento dos grupos endógenos de população microbiana, definidas como probióticos, tais como as *Bifidobactérias* e os *Lactobacillos* (BLAUT, 2002).

1.3.3.1 Análise reológica e de cor de leite fermentado

A reologia é definida como a ciência que estuda as propriedades mecânicas da matéria, como a deformação e o escoamento, quando esta é submetida às forças externas, denominados tensão ou deformação (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005). As características reológicas são essenciais para a aceitabilidade, o manuseio de derivados lácteos, o desenho e a forma de operação dos equipamentos industriais (AWADHWAL; SING, 1985). Além disso, o comportamento reológico tem relacionamento estreito com as propriedades sensoriais, as quais determinam a aceitabilidade do produto pelos consumidores. (CASTRO, 2003). Um fluido é caracterizado por apresentar capacidade de deformação contínua quando submetido à ação de uma força tangencial, denominada tensão de cisalhamento (CAMPOS, 1989; STREETER, 1996). Os fluídos são divididos em Newtonianos e não Newtonianos, um fluido é chamado de Newtoniano quando apresenta uma relação

linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, independente do tipo de escoamento, dependendo apenas da temperatura e da composição do fluido (SILVA, 2000). Enquanto que no fluido não newtoniano a relação entre tensão de cisalhamento e a taxa de deformação é inconstante, o que caracteriza uma interação entre seus componentes. Os fluidos não newtonianos ainda podem ser classificados dependentes ou independentes do tempo (SCHRAMM, 2006), além da viscosidade desses fluidos não serem únicas e variar com a taxa de cisalhamento (MACHADO, 2002). Os independentes do tempo dividem-se em pseudoplásticos (*shear thinning*), nos quais a viscosidade aparente do fluido diminui ao aumentar a taxa de deformação e em dilatantes (*shear thickening*), quando a viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de deformação (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

A análise de cor é importante por influenciar de forma significativa a aceitação e qualidade do produto (DELAHUNTY; DRAKE, 2004; DUFOSSÉ et al., 2005; WADHWANI; MCMAHON, 2012). Com a intenção de estabelecer um padrão de cor, em 1976, a *Commission Internationale d'Eclairage* (CIE) recomendou o uso da escala de cor CIELAB ou CIE L*a*b* (WU; SUN, 2013). A determinação instrumental da cor mais utilizada em leites fermentados é através do uso de um colorímetro, que emprega a escala CIE L*a*b* (CUNHA; DIAS; VIOTTO, 2010). Nesta escala os intervalos de L* representam a luminosidade que pode variar de 0 a 100. Quanto mais próxima a medida de 0 representa que a amostra é branca (clara), enquanto mais próxima de 100, representa ser mais preta (escura). Já a medida a* com valores positivos indica a aproximação da cor vermelha, enquanto valores negativos indicam a aproximação ao verde. Nos valores de b* positivos e negativos, tem-se a variação da cor entre o amarelo e o azul, respectivamente (DUFOSSÉ et al., 2005). Com a determinação instrumental da cor através do colorímetro, é possível avaliar o cromaticidade (C*) dos leites fermentados – responsável por indicar a intensidade da cor -, e o ângulo Hue (h*) que é o ângulo que determina a tonalidade das amostras.

1.4 Probióticos

A definição mais recente utilizada para probióticos é a proposta por Hill et al. (2014), os quais afirmam que os mesmos são “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um efeito benéfico ao hospedeiro”. Holsher et al. (2012) explica que um microrganismo só é considerado probiótico a partir do momento que esse benefício tenha sido demonstrado.

O principal efeito benéfico à saúde associado ao consumo de probióticos está envolvido com a manutenção de uma microbiota intestinal saudável, reduzindo as chances de uma colonização por patógenos e colaborando para a integridade intestinal. (SAAD et al., 2013; SALMINEN; VAN LOVEREN, 2012). A colonização do intestino por microrganismos patogênicos é inibida através da competição por sítios de adesão e por nutrientes, além da acidificação do ambiente e produção de substâncias

antimicrobianas por parte desses microrganismos probióticos (SAAD et al., 2013). Alguns probióticos em específico podem também estar associados a outros benefícios, como uma modulação desejável da intolerância à lactose, o funcionamento intestinal, a prevenção e o alívio da diarreia e a regulação da resposta imune (SALMINEN; VAN LOVEREN, 2012; STANTON et al., 1998).

É necessário, para que as culturas probióticas exerçam benefícios, que a contagem de células viáveis no alimento pronto para consumo esteja entre 6-7 log Unidades Formadoras de Colônias por grama (log UFC/g) (GOMES; MALCATA, 1999).

Microrganismos probióticos dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* têm sido adicionados a uma variedade de produtos lácteos fermentados, como iogurtes, sorvetes e queijos (BOYLSTON et al., 2004). Com o crescimento do mercado de alimentos funcionais tem-se focado um grande interesse científico pelo estudo da incorporação de *Bifidobacterium* a produtos lácteos (TAMIME, 2002).

Bactérias do gênero *Bifidobacterium* são bacilos gram-positivos, não formadores de esporos, sem motilidade, catalase negativos e anaeróbios estritos (LEE, 2009). A *Bifidobacterium animalis* subesp. *lactis* (BB-12) é um dos microrganismos probióticos mais estudados (HOLSHER, 2012). A cepa é patenteada pela empresa Chr. Hansen, sendo utilizada mundialmente.

Segundo Verruck (2014), o queijo, dentre os derivados lácteos existentes, pode oferecer vantagens no que diz respeito à manutenção dos microrganismos probióticos adicionados. Algumas delas seriam a consistência sólida, o maior teor de gordura e o pH mais elevado, fatores que podem aumentar a proteção dos microrganismos probióticos ao atravessarem o trato gastrointestinal (STANTON et al., 1998). O desenvolvimento de queijos contendo bifidobactérias exige compreender como as condições do processo podem ser utilizadas para aumentar a sua sobrevivência no produto final, sem que para isso sejam necessárias muitas modificações no processo de fabricação, de modo que a produção do queijo probiótico seja atrativa comercialmente (BOYLSTON et al., 2004). Entretanto, é conhecido que mudanças na composição de um queijo podem gerar modificações nas suas propriedades físicas. A determinação destas propriedades é importante ferramenta para o estudo e a identificação de suas características estruturais, utilizando diferentes tipos de instrumento para avaliar o comportamento da amostra.

1.5 Prebióticos Inulina e Oligofrutose

A inulina é um polissacarídeo de reserva composto por unidades de β -D-frutofuranosil unidas por ligações 2 \rightarrow 1, sendo sua principal fonte a raiz de chicória mal (*Chicorium intybus*) e tubérculos de alcachofra de Jerusalém (*Helianthu tuberosus*) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; AIDOO et al., 2013). A Figura 1.5 ilustra a estrutura química da inulina com as moléculas de frutose ligadas entre si, e uma

unidade de glicose na sua extremidade permitindo a formação de polímeros de diversos tamanhos (AIDOO et al., 2013).

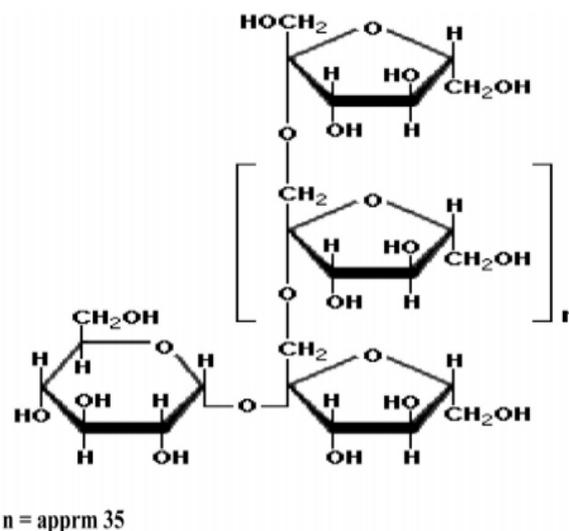


Figura 1.5: Estrutura química da inulina.

Fonte: Aidoo et al. (2013).

Materiais presentes na parede celular das plantas e outros polissacarídeos de origem não amilácea, como a inulina são componentes da fibra dietética, que para serem classificados desta forma, devem caracterizar-se como não digestíveis, ou seja, substâncias que não podem ser digeridas no trato gastrointestinal superior (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A inulina possui ainda uma funcionalidade prebiótica, por não ser digerível e possuir efeito benéfico no hospedeiro, servindo de substrato para o crescimento limitado, principalmente de bifidobactérias no cólon, proporcionando efeito benéfico à saúde quando consumido de maneira adequada (SAAD, 2006; GARCA et al., 2007). Além disso, para a indústria de alimentos, a inulina apresenta diferentes vantagens tecnológicas, podendo ser utilizada como um agente umectante, gelificante, espessante ou ainda como substituto de gordura (FURLÀN et al., 2016). Furlàn et al. (2016), estudaram a influência da inulina como surfactante na estabilidade e propriedades físico-químicas de chocolate branco sem açúcar e demonstraram a redução do teor gordura e aumento na viscosidade no produto final. A inulina tem capacidade de formar microcristais quando misturada com água ou leite, proporcionando textura cremosa e macia e atributos sensoriais semelhantes àqueles oferecidos pela gordura, mostrando-se um importante substituinte da mesma (DEBON, 2012; MAESTRI et al., 2014).

Segundo Brasil (2008), a inulina contribui para o equilíbrio da microbiota intestinal devendo seu consumo estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudável. A IX – Lista de alegações de propriedade funcional aprovada permite a alegação citada acima somente se a porção do produto pronto forneça no mínimo 2,5g de inulina, não devendo ultrapassar a quantidade de 30g na recomendação diária do produto. Ainda de acordo com a legislação, a quantidade de inulina deve ser declarada

na tabela de informação nutricional (BRASIL, 2008).

Em relação a oligofrutose, Carabin (1999) a descreve como inulinas de cadeia curta, obtidas por hidrólise parcial da inulina da chicória. Assim, a oligofrutose é uma fibra dietética solúvel que juntamente com os probióticos tem os seus efeitos benéficos ampliados (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002). A oligofrutose apresenta propriedade funcional semelhante à sacarose ou ao xarope de glicose, possui um terço do poder adoçante e maior higroscopicidade do que a sacarose, além de baixo valor calórico (1,5 Kcal/g) (COUSSEMENT, 1999). Devido estas características, tem sido empregado como substituto para a sacarose em alimentos (VILLEGAS, 2010).

Segundo Roberfroid (2000) a oligofrutose não é considerada um carboidrato nem fonte de energia, podendo ser usada de modo seguro por diabéticos. A oligofrutose tem viscosidade semelhante à da sacarose, não cristaliza, não precipita, não deixa a sensação de secura ou arenosidade na boca. Em relação à estabilidade, a oligofrutose não é degradada pela maioria dos processos térmicos utilizados pela indústria de alimentos, pode ser utilizada desde temperaturas de refrigeração até 140°C, suporta pH maiores do que 3,0, estabiliza espumas, melhora a textura e o sabor de produtos (YUN, 1996; NITSCHKE; UMBELINO, 2002)

De acordo com a ANVISA o uso de oligofrutose, não deve ultrapassar 30g na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2008). Segundo Coussement (1999), os valores recomendados em formulações variam entre 5 e 8 g/porção de oligofrutose, a fim de evitar desconforto ao consumidor.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial de alimentos e Bebidas**. NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

AIDOO, R. P. et al. Industrial manufacture of sugar-free chocolates: Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. **Trends in Food Science & Technology**, v.32, p.84-96, 2013.

AMIGO, L.; FONTECHA, J. Goat Milk. In: FUQUAY, JOHN W. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2 ed. Londres: Academic Press, 2011.

ANALÍA, R. et al. Evolución del desarrollo del color em sistema modelo de composición similar al dulce de leche. Influencia del tiempo de calentamiento y del pH. **Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay**, n.7, p.38-42, 2012.

ANJOS, D. A. A. et al. Avaliação instrumental de textura em requeijão no processo de produção e estocagem. In: VAN DENDER, A. G. F. (Ed.). **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: Tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. Campinas – SP. 2006. 392p.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198p.

- AWADHWAL, N. K.; SINGH, C. P. A Rheological model for milk products. **Journal of Food Science**, v. 50, n. 6, p. 1611-1614, 1985.
- BAKR, S. A. The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during storage. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, p. 423–431, 2015.
- BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Research International**, v. 35, n. 2–3, p. 125–131, 2002.
- BLAUT, Michael. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. **European Journal of Nutrition**, v. 41, p. 11-16, 2002.
- BOT, A. et al. Influence of crystallisation conditions on the large deformation rheology of inulin gels. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 547-556, 2004.
- BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2002.
- BOYLSTON, T. D. et al. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**. v. 14, p. 375–387, 2004.
- BRANDT, M. A.; SKINNER, L. Z.; COLEMAN, J. A. Texture profile method. **Journal of Food Science**, 28, 404–409, 1963.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1999.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2007.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa Nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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 União**, Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. ANVISA. Agência nacional de Vigilância Sanitária. **Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. 2008.
- BRASIL. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. O Ministério da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. Resolução nº 12 - CNNPA, de 24 de julho de 1978. A CNNPA do Ministério da Saúde aprova 47 padrões de identidade e qualidade relativos a alimentos e bebidas para serem seguidos em todo território brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1978.
- BURITI, F. C. A. et al. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus*. **Food Chemistry**, v.104, n.4, p.1605-1610, 2007.

- CAMPOS, S.D.S. et al. Reologia e Textura em Alimentos. **Instituto de Tecnologia de Alimentos – Campinas**. p. 83, 1989.
- CARABIN, I.G.; FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology Pharmacology**, New York, v.30, p.268-282, 1999.
- CARRILLO, E. et al. Why buying functional foods? Understanding spending behaviour through structural equation modelling. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 361–368, 2013.
- CASTRO, A. G. **A Química e a Reologia no Processamento dos Alimentos**. Portugal: Instituto Piaget, 2003. 296 p.
- COSTA, G. M. et al. Effect of ascorbic acid or oligofructose supplementation on *L. paracasei* viability, physicochemical characteristics and acceptance of probiotic orange juice. **LWT - Food Science Technology**. v.75, p.195–201, 2017.
- COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- COUSSEMENT, P.A.A. Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **Journal of Nutrition**, v.129, p.14125–14175, 1999.
- CUNHA, C. R.; DIAS, A. I.; VIOTTO, W. H. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. **Food Research International**, v. 43, p. 723–729, 2010.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre:Artmed, 2010. p.127-128.
- DEBON, J. et al. Storage stability of prebiotic fermented milk obtained from permeate resulting of the microfiltration process. **Food Science and Technology**, v.47, p.96-102, 2012.
- DELAHUNTY, C. M.; DRAKE, M. A. Sensory character of cheese and its evaluation. In: FOX, P. F. et al. (Eds), **Cheese; Chemistry, Physics and Microbiology**, Volume 1, General Aspects, Elsevier:London, p. 455-487, 2004.
- DUFOSSE, L. et al. Spectrocolorimetry in the CIE L*a*b* color space as useful tool for monitoring the ripening process and the quality of PDO red-smear soft cheeses. **Food Research International**, v.38, p. 919–924, 2005.
- ECKLES, C. H.; WILLES, B. C.; HAROLD, M. **Milk and Milk Products: Prepared for the Use of Agricultural College Students**. 4ª ed. New Dehli. 2001. 325 p.
- EMBRAPA GADO DE LEITE (Org.). **Indicadores: Leites e Derivados**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355117>> Acesso em: 10 out 2015.
- FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Database**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 02 ago 2017.
- FOGAÇA, D. N. L. **Avaliação de propriedades mecânicas, físico-químicas e influência do tipo de acidificante e tempo de armazenamento visando à aplicação no controle do processo de produção de queijos de coalho**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade estadual do sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.
- FONSECA, C. R.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. F. Leites de outras espécies: búfala, cabra e ovelha. In: CRUZ, A. G. et al. **Química, Bioquímica, Análise Sensorial e Nutrição no**

Processamento de Leite e Derivados. – 1ed.- Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

FOX, P. F. et al. **Fundamentals of cheese science.** Gaithersburg: Aspen, 2000. 587p.

FRITZEN-FREIRE, C. B. et al. The influence of *Bifidobacterium* Bb-12 and lactic acid incorporation on the properties of Minas Frescal cheese. **Journal of Food Engineering**, v. 96, n. 4, p. 621–627, 2010.

FURLÀN, L. T. R. et al. Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: Use of inulin as stabilizing agent. **Food Chemistry**, v.217, p.637-647, 2016.

GARCA, C. M. A. et al. **Alimentos funcionales: Aproximación a una nueva alimentación.** Madrid: Comunidad de Madrid, 2007. p.35.

GAZE, L. V. et al. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.3, p.1-12, 2015.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p.1401-1412, 1995.

GIMÉNEZ, A.; ARES, G.; GÁMBARO, A. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. **International Dairy Journal**, v.18, p.951-955, 2008.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: Biological, biochemical, technological, and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v. 10, p. 139–157, 1999.

GRANATO, D. et al. Probiotic dairy products as functional foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n. 5, p. 455–470, 2010.

GUINEE, T. P. Cheese Rheology. In: FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. (Eds.), **Encyclopedia of Dairy Sciences**, Second Edition, vol. 1, San Diego: Academic Press, 2011. pp. 685-697.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and Texture.** Boca Raton, Florida: CRC Press. 2003. 434p.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 154-163, 2004.

HELANDER, I. M., VON WRIGHT, A., MATTILA-SANDHOLM, T. M. Potential of lactic acid bacteria and novel antimicrobials against Gram negative bacteria. **Trends in Food Science and Technology**, v 8, p. 146-150, 1997.

HILL, C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, n. 8, p. 506–514, 2014.

HOLSHER, H. D. et al. *Bifidobacterium lactis* Bb12 enhances intestinal antibody response in formula-fed infants: a randomized, double-blind, controlled trial. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. v. 36, p. 106-117, 2012.

HOLZAPFEL, W. H.; SCHILLINGER, U. Introduction to pre and probiotics. **Food Research International**, v. 35, n. 2-3, p. 109-116, 2002.

JELEN, P.; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G. **Functional Foods**

- Biochemical and Processing Aspects.** Pennsylvania: Technomic Publishing Company, 1998. p.357-380.
- KAUR, N.; GUPTA, A. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Indian Academic of Sciences**, v.27, n.7, p.703-714, 2002.
- KOWASLKI, M. B.; CARR, L. G.; TADINI, C. C. Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2002.
- KULMYRZAEV, A. et al. Investigation at the molecular level on soft cheese quality and ripening by infrared and fluorescence spectroscopies and chemometrics – relationships with rheology properties. **International Dairy Journal**, v.15, p.669-678, 2005.
- LEE, Y. K. Probiotic microorganisms. In: SALMINEN, S. LEE, Y. K. **Handbook of probiotics and prebiotics**. 2ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009.
- LEE, Y.K., SALMINEN, S. The coming age of probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 241-245, 1995.
- MACHADO, J. C. V. **Reologia e escoamento de fluidos - Ênfase na Indústria de Petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. 258 p.
- MADRONA, G. S. et al. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Food Science and Technology**, v.29, n.4, p.826-833, 2009.
- MAESTRI, B. et al. Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.1, p.58-66, 2014.
- MARINHO, M. et al. Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.14, p.497-510, 2012.
- MARTÍNEZ-CERVERA, S. et al. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.729-736, 2011.
- MAYER, H. K.; FIECHTER, G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. **International Dairy Journal**, v.24, p.57-63, 2012.
- MAZINI, C. P. et al. Desenvolvimento e avaliação físico-química, sensorial e da estabilidade de ácido ascórbico de doce de leite com pimenta. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.72, n.2, p.142-146, 2013.
- MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Revista Brasil Alimentos**, v. 4, n. 19, p. 28-29, 2003.
- NITSCHKE, M.; UMBELINO, D.C. Frutooligossacarídeos: novos ingredientes funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.36, n.1, p.27-34, 2002.
- OLIVEIRA, A. P. V. et al. Medida instrumental de cor em sobremesas lácteas de chocolate: uma técnica de baixo custo e versátil utilizando câmara digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.191-196, 2003.
- OLIVEIRA, G. H. et al. Controle do amadurecimento de goiabas 'pedro sato' tratadas por frio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.9, p.15, 2010.
- OLIVEIRA, G. M. et al. Análise instrumental da cor através de fotografias digitais após clareamento dentário. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v.69, n.4, p.396-404, 2015.

- PARK, Y. K.; KOO, M. H.; CARVALHO, P. O. Recentes progressos dos alimentos funcionais. **Boletim da SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 200-206, 1997.
- PORTE, L. H. M.; LEÃO, M. H. M. R.; PORTE, A. Análise da cor e da atividade antimicrobiana de microcápsulas contendo lactoferrina bovina. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.32, n.2, p. 211-222, 2014.
- ROBERFROID, M.; SLAVIN, J. L. Nondigestible oligosaccharides. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 40, p. 461-480, 2000.
- RODRÍGUEZ-SANDOVAL, E.; FERNÁNDEZ-QUINTERO, A.; CUVÉLIER, G. Stress relaxation of reconstituted cassava dough. **LWT- Food Science and Technology**, v.42, p.202-206, 2009.
- ROHM, H.; JAROS, D. Rheological Methods: Instrumentation. In: FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. (Eds.), **Encyclopedia of Dairy Sciences**, Second Edition, vol. 1, San Diego: Academic Press, 2011. pp. 272-278.
- SAAD, N. et al. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 1–16, 2013.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, n.1, 2006.
- SALMINEN, S.; VAN LOVEREN, H. Probiotics and prebiotics: health claim substantiation. **Microbial Ecology in Health & Disease**, v. 23, p. 40-42, 2012.
- SCHRAMM, G. **Reologia e Reometria: Fundamentos Teóricos e Práticos**. São Paulo: Artliber, 2006. 240 p.
- SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1/2, p7-19, 1999.
- SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v.24, n.6, p.895-904, 2011.
- SILANIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 110-124, 2010.
- SILVA, F. C. **Reologia do suco de acerola: efeito da concentração e da temperatura**. 2000. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- SILVA, F. L. et al. Production of dulce de leche: The effect of starch addition. **Food Science and Technology**, v.62, p.417-423, 2015.
- SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SILVEIRA, E. O. D. et al. The effects of inulin combined with oligofructose and goat cheese whey on the physicochemical properties and sensory acceptance of a probiotic chocolate goat dairy beverage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 445–451, 2015.
- SOUZA, V. R. et al. Avaliação e definição do perfil de textura ideal de queijo *petitswiss*. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n.382, p.48-53, 2011.

- STANTON, C. et al. Probiotic Cheese. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 491-496, 1998.
- STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. 2nd ed. East Lansing, MI: Freeman Press, 1996. 418p.
- STREETER, V. L. **Mecânica dos Fluidos**. México: Mcgraw-hill, 1996. 594 p.
- SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p.215-225, 2002.
- TABILO-MUNIZAGA, G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 147-156, 2005.
- TAMIME, A. Y. Microbiology of starter cultures. In: ROBINSON, R. K. **Dairy microbiology handbook**. 3 ed. New York, NY: Wiley, 2002.
- TRIPATHI, M. K. K.; GIRI, S. K. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods**, v. 9, n. 1, p. 225–241, 2014.
- TUNICK, M. H. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1892-1898, 2000.
- VERRUCK, S. **Propriedades de queijo tipo minas frescal probiótico do leite de búfala (*Bubalus bubalis*) e o seu emprego como matriz protetora de *Bifidobacterium* BB-12**. 2014. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.
- VILLEGAS, B.; TARREGA, A. Optimising acceptability of new prebiotic low-fat milk beverages. **Food Quality and Preference**, v.21, p.234-242, 2010.
- WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.5, p. 2336–2346, 2012.
- WIUM, H.; QVIST, K. B. Rheological properties of UF-Feta cheese determined by uniaxial compression and dynamic testing. **Journal of Texture Studies**, v.28, n. 4, p.435–454, 1997.
- WU, D.; SUN, D. Colour measurements by computer vision for food quality control: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, p. 5-20, 2013.
- YUN, J. W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation, and application. **Enzyme and Microbial Technology**, v.19, p.107-117, 1996.
- ZALAZAR, C. A. Concentrated milk products: dulce de leche. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, p.503-510, 2002.
- ZALAZAR, C. A.; PEROTTI, M. C. Dulce de Leche. **Reference Module in Food Science**, v.1, p.874-880, 2011.
- ZARE, F. et al. Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 155–160, 2012.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-40-6

