



Programa de pós-graduação *Stricto Sensu*
Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campus Rio de Janeiro

Fernanda Pereira de Souza

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE
BEBIDA LÁCTEA ADICIONADA DE PREBIÓTICO**

Rio de Janeiro, RJ

2018

Fernanda Pereira de Souza

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE
BEBIDA LÁCTEA ADICIONADA DE PREBIÓTICO**

Dissertação do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do Rio de Janeiro, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Márcia Cristina da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz

Rio de Janeiro, RJ
2018

Souza, Fernanda Pereira de

Desenvolvimento e caracterização físico-química e reológica de bebida láctea adicionada de prebiótico / Fernanda Pereira de Souza, 2018.
85 p.

Orientadora: Dr^a Marcia Cristina da Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2018.

1. Bebida láctea 2. Prebiótico 3. Reologia I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Programa de pós-graduação Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos II. Silva, Marcia Cristina da III. Desenvolvimento e caracterização físico-química e reológica de bebida láctea adicionada de prebiótico.

Fernanda Pereira de Souza

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE
BEBIDA LÁCTEA ADICIONADA DE PREBIÓTICO**

Dissertação do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do Rio de Janeiro, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Data de aprovação: ____/____/____

Profa. Dra. Marcia Cristina da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Erick Almeida Esmerino

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Bianca Natividade Barreto de Lima

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, RJ
2018

AGRADECIMENTOS

À Deus, que esteve comigo nos momentos mais difíceis e me ajudou a superar todas as dificuldades.

Aos meus pais, por cuidarem tão bem de mim e acreditarem no meu potencial.

Aos meus irmãos, que sempre torceram por mim.

Ao meu noivo, por todo o companheirismo e incentivo, principalmente nos momentos mais exaustivos.

Aos meus sogros, por todo carinho e amizade.

Aos meus cunhados, por tornarem meus momentos mais leves e divertidos.

Aos meus amigos, por todo o incentivo e compreensão pelas minhas ausências.

Aos queridos bolsistas Mariana, Luiz e Patrick, que são excelentes e foram fundamentais durante toda a pesquisa.

Ao Jeremias, pela contribuição com as análises de voláteis.

Ao meu coorientador Adriano e toda sua equipe de trabalho, por toda a colaboração.

À toda equipe da Pós-Graduação, por permitir a execução deste curso.

Aos professores Erick Esmerino e Janaína Nascimento, que me nortearam na qualificação.

À banca examinadora pela participação no aprimoramento desta pesquisa.

À minha orientadora Marcia Cristina, por todo apoio e incentivo, por acreditar no meu trabalho, por ser um exemplo de nutricionista, professora e pesquisadora. Muito obrigada pela oportunidade!

SOUZA, F. P. Desenvolvimento e caracterização físico-química e reológica de bebida láctea adicionada de prebiótico. 85 p. Dissertação apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-graduação Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

RESUMO

O crescente número de indivíduos diagnosticados com doenças crônicas não-transmissíveis vem influenciando a modificação de hábitos alimentares da população, demonstrando uma preocupação no cuidado com a saúde. Diante desta realidade, a oferta de bebida láctea pasteurizada com apelo funcional é uma oportunidade de atender a esse nicho de consumidores. O objetivo deste estudo foi desenvolver bebida láctea pasteurizada adicionada de xilo-oligossacarídeos e avaliar sua caracterização físico-química e reológica. Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: umidade, proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Carboidratos foram calculados por diferença. A atividade de água foi determinada usando o equipamento Aqualab e o pH utilizando o potenciômetro da marca QUIMIS ® calibrado com tampão pH 4 e pH 7. A atividade antioxidante foi verificada através do método DPPH. A atividade anti-hipertensiva foi identificada através da dosagem de inibidores da enzima conversora da angiotensina. O perfil volátil foi realizado utilizando a microextração em fase sólida, em conjunto com a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, identificados com auxílio da biblioteca NIST e do índice de retenção linear, com injeção de um padrão de alcanos C8-C40. As medidas reológicas foram determinadas através de ensaios de escoamento em estado estacionário (curvas de fluxo), em reômetro de tensão controlada Paar Physica MCR 302. As análises microbiológicas foram: Mesófilos aeróbios pela técnica de contagem padrão em placa, coliformes totais e termotolerantes pelo método do número mais provável e; *Salmonella* spp. pelo método clássico de ausência/presença. Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 62 de 2003. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para as bebidas lácteas padrão e adicionada de xilo-oligossacarídeos (XOS) estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, demonstrando que o processo de elaboração foi satisfatório. A adição de XOS em uma das formulações propiciou o desenvolvimento de uma bebida láctea funcional pelo aumento do teor de fibras totais. Além disso, a bebida láctea com XOS apresentou maior atividade antioxidante e atividade anti-hipertensiva quando comparada à bebida padrão, demonstrando que o produto desenvolvido pode ser uma alternativa a contribuir com a busca por uma alimentação saudável. A adição de prebiótico não descaracterizou o perfil de voláteis da bebida láctea. Ambas as bebidas lácteas apresentaram comportamento não-newtoniano, com características pseudoplásticas e a bebida láctea adicionada de XOS obteve maior viscosidade aparente quando comparada à bebida láctea padrão, podendo influenciar em uma melhor aceitação pelos consumidores. Segundo a legislação, a bebida láctea com XOS pode ser considerada um alimento com alegações funcionais, se tornando um produto promissor entre os lácteos.

Palavras-chave: Bebida láctea. XOS. Reologia.

SOUZA, F. P. Desenvolvimento e caracterização físico-química e reológica de bebida láctea adicionada de prebiótico. 85 p. Dissertação apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos Programa de Pós-graduação Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

ABSTRACT

The high number of individuals diagnosed with chronic non-communicable diseases has been influencing an indicator of the population's eating habits, demonstrating a concern for health. From this reality, a pasteurized pasteurized alert with functional function is an opportunity to serve this niche of consumers. The objective of this study was to develop the pasteurized dairy beverage in xylo-oligosaccharides and to promote their physical-chemical and rheological characterization. Negative chemicals were promoted: moisture, proteins, lipids, fibers and ashes. Carbohydrates were calculated by difference. The water activity was determined using the pH and pH systems of the calibrated QUIMIS ® caliber with pH 4 and pH 7. The antioxidant activity was verified by the DPPH method. Antihypertensive activity was identified by the dosage of angiotensin converting enzyme inhibitors. The volatile profile was used using a continuous phase microextraction, together with gas chromatography coupled to mass spectrometry, affixed with the aid of the library and using a C8-C40 alkane pattern. The rheological measurements were carried out by means of stationary flow microorganisms in different levels of electric energy, using the technique of counting in plates, coliforms and thermotolerant by the method. of the most probable number and; Salmonella spp. type of absence / presence classic. All microbiological microbiological were based on Normative Normative No. 62 of 2003. Physical and microbiological standards for dairy species and xylo-oligosaccharide (XOS) standards were included in the standards in force in the current legislation, demonstrating that the process output was satisfactory. The addition of XOS in one of the formulations led to the development of a labile beverage for increasing the total fiber content. In addition, a milk beverage with higher antioxidant and antihypertensive activity when compared to the standard drink, demonstrating that the product developed can be an alternative to development with a search for healthy eating. The addition of prebiotic is not decharacterized in the volatile profile of the milk beverage. Both dairy drinks have a non-standard Newtonian behavior, with pseudoplastic characteristics and an XOS capacity greater than the apparent viscosity when compared to the standard technique, and can be influenced in a better choice by consumers. According to the legislation, a milk drink with XOS can be defined as a food with various claims, being a promising product among dairy products.

Keywords: Dairy beverage. XOS. Rheology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de fabricação da bebida láctea pasteurizada	10
Figura 2. Funções dos XOS	24
Figura 3. Fluidos newtonianos e não-newtonianos	26
Figura 4. Bebida láctea com leite pasteurizado (3% de gordura)	34
Figura 5. Bebida láctea com leite UHT (3% de gordura) e polpa batida no liquidificador	34
Figura 6. Bebida láctea com leite UHT (3% de gordura)	35
Figura 7. Curvas de fluxo (ascendentes), tensão de cisalhamento versus taxa de deformação: (a) Bebida láctea padrão; (b) Bebida láctea com XOS	43
Figura 8. Análise de mesófilos aeróbios contendo meio PCA (Bebida láctea com XOS)	46
Figura 9. Análise de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C na etapa presuntiva	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção de bebidas lácteas no Brasil – Prodlíst Indústria 2013	20
Tabela 2. Propriedades funcionais de prebióticos em alguns alimentos	22
Tabela 3. Principais funções dos prebióticos	23
Tabela 4. Formulações das bebidas lácteas	33
Tabela 5. Características físico-químicas das bebidas lácteas	36
Tabela 6. Perfil de concentração de ácidos orgânicos voláteis da bebida láctea padrão e bebida adicionada de XOS	41
Tabela 7. Características microbiológicas das bebidas lácteas	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAA	Diarreia Associada a Antibióticos
DII	Doença Inflamatória Intestinal
SII	Síndrome do Intestino Irritável
UHT	"Ultra-High Temperature", Temperatura Ultra Alta
POF	Pesquisa de Orçamento Familiar
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FOS	Fruto-oligossacarídeos
GOS	Galacto-oligossacarídeos
IMOs	Isomalto-oligossacarídeos
XOS	Xilo-oligossacarídeos
Aw	Atividade de água
FA	Fibra Alimentar Total
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
IECAs	Inibidores da Enzima Conversora da Angiotensina
MEFS	Microextração em fase sólida
MEFS-CG- EM	Microextração em fase sólida, cromatografia gasosa acoplada a espectrofotometria de massa
PCA	Ágar Padrão para Contagem
NMP	Número Mais Provável
LST	Lauril Sulfato Triptose
VBBL	Verde Brilhante Bile Lactose
EC	Escherichia coli
EMB	Eosin Methylene Blue
DTAs	Doenças Transmitidas por Alimentos
UFC	Unidade Formadora de Colônia
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
IN	Instrução Normativa
IRL	Índice de Retenção Linear
TR	Tempo de Retenção
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
HHL	Hipuril-Histidil-Leucina
HA	Ácido Hipúrico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1 BEBIDA LÁCTEA	15
4.1.1 Bebida láctea pasteurizada	15
4.1.2 Soro de queijo	17
4.1.3 Processamento de bebida láctea pasteurizada	18
4.1.4 O consumo de bebida láctea no Brasil	19
4.2 ALIMENTO FUNCIONAIS	20
4.2.1 Prebióticos	21
4.2.2 Xilo-oligossacarídeos	23
4.3 REOLOGIA	25
5 METODOLOGIA	27
5.1 PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS BEBIDAS LÁCTEAS	27
5.2 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	27
5.3 ATIVIDADE DE ÁGUA	28
5.4 ANÁLISE DE FIBRA ALIMENTAR TOTAL	28
5.5 ANÁLISE DE PH	28
5.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH	28
5.7 ATIVIDADE ANTI-HIPERTENSIVA	29
5.8 PERFIL DE COMPOSTOS VOLÁTEIS	30
5.9 ANÁLISE REOLÓGICA	31
5.10 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	31
5.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	32
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6.1 PROCESSAMENTO DAS BEBIDAS LÁCTEAS	33
6.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BEBIDAS LÁCTEAS	36
6.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH	38
6.4 ATIVIDADE ANTI-HIPERTENSIVA	39
6.5 PERFIL DE COMPOSTOS VOLÁTEIS	40

6.6 ANÁLISE REOLÓGICA	42
6.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	4
7 CONCLUSÃO	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO	62

1 INTRODUÇÃO

A busca da população por uma alimentação saudável e prática de atividade física, nos dias de hoje, reflete no cuidado com a saúde, principalmente por causa do aumento de pessoas diagnosticadas com *diabetes mellitus*, hipertensão arterial, obesidade, dislipidemias, câncer, entre outras, uma vez que essas doenças crônicas não transmissíveis podem ser prevenidas ou controladas também através da alimentação.

Com isso, a indústria de alimentos percebeu a necessidade em criar produtos que atendessem a esse nicho de consumidores preocupados com uma ingestão equilibrada de diferentes nutrientes necessários ao bom funcionamento do organismo. Logo, abriu-se espaço para uma área de pesquisa muito interessante na indústria alimentícia: os alimentos funcionais. Estes são considerados alimentos ou nutrientes que exercem algum efeito benéfico à saúde do indivíduo e ultrapassam o papel desempenhado pela nutrição tradicional, auxiliando na promoção de saúde. Dentre os compostos funcionais estudados pela ciência atualmente, estão os antioxidantes, fibras solúveis e insolúveis, probióticos e prebióticos. Esses dois últimos utilizados, principalmente, na área de produtos lácteos.

Sabe-se que o consumo regular de probióticos e prebióticos promove o equilíbrio da microbiota intestinal, podendo contribuir com a prevenção de doenças, melhoria das funções de órgãos e tecidos, tais como a função intestinal. Uma matriz alimentar comumente usada para transportar microrganismos probióticos é o iogurte, que é um alimento bem aceito por grande parte dos consumidores. No processo fermentativo das bebidas lácteas, as culturas utilizadas são as mesmas incluídas no processamento do iogurte, por isso, apresentam características sensoriais semelhantes, como acidez e consistência. Por conta dessas similaridades, as bebidas lácteas também têm apresentado grande aceitabilidade pelos brasileiros, resultando no aumento do consumo desses produtos.

Os prebióticos também podem ser encontrados com frequência na indústria de alimentos. Além de servirem como substrato para as bactérias probióticas, apresentam propriedades funcionais na tecnologia de alimentos (substituição de gordura, melhora da textura e do paladar, etc.). Além disso, a fabricação de bebidas lácteas com prebióticos pode ser uma alternativa mais econômica para as indústrias, já que o soro gerado no processamento de laticínios é um grave problema de ordem ambiental quando descartado de maneira inadequada e ao utilizar este subproduto na produção de alimentos, diminui-se os custos com o tratamento deste resíduo, necessário antes da sua disposição no meio ambiente.

2 JUSTIFICATIVA

A bebida láctea é umas das alternativas encontradas pela indústria de alimentos para utilização do subproduto gerado pelo processamento de queijos: o soro, que possui grande potencial nutricional, além de econômico, já que sua utilização contribui para a redução de gastos com tratamento de efluentes e impactos ambientais gerados pelo seu descarte na natureza. A crescente demanda por alimentos funcionais, principalmente lácteos, tem favorecido o desenvolvimento de novos produtos a partir de dados científicos que comprovam os benefícios à saúde atribuídos ao consumo de prebióticos, probióticos e aos alimentos derivados do soro. Portanto, para atender ao mercado cada vez mais exigente, as bebidas lácteas funcionais poderão vir a ser uma interessante opção econômica para as indústrias, por se tratar de um alimento com apelo de benefícios à saúde humana e com custos de produção reduzidos. Além disso, aliado a esse caráter inovador, a adição de substância prebiótica a uma bebida láctea adicionada de soro de queijo, faz com que essa nova bebida tenha um caráter funcional ainda mais forte (SAAD, 2006; OLIVEIRA, 2009; POPPI *et al*, 2010; FREIRE *et al*, 2017).

Nas últimas décadas, pesquisas demonstraram possíveis benefícios de probióticos e prebióticos alimentares sobre a saúde e contribuíram para nossa compreensão dos mecanismos que possibilitam esses efeitos. O impacto mais frequentemente relatado dos probióticos e prebióticos é sobre a função intestinal, incluindo o tempo de trânsito, diarreia associada a antibióticos (DAA) e diarreia infecciosa. Cada vez mais surgem evidências de que probióticos e prebióticos têm influência no sistema imunológico e, portanto, podem melhorar a resistência a infecções, principalmente dos tratos gastrointestinal e respiratório, e ajudar a mitigar alergias, particularmente em bebês e crianças pequenas. São crescentes os dados sobre o potencial de probióticos e prebióticos que impactam outros quadros do trato gastrointestinal, como doença inflamatória intestinal (DII), síndrome do intestino irritável (SII) e câncer de cólon. No caso dos prebióticos, há expectativa de que também seja comprovado o papel dessas substâncias na melhora da absorção de cálcio, como um benefício para a saúde óssea. Pode-se esperar, ainda, que se estabeleça o efeito dos prebióticos e probióticos no controle do apetite e do peso. Uma área de interesse em expansão, tanto para prebióticos quanto para probióticos, é a investigação do potencial anti-inflamatório desses elementos em quadros que vão além do intestino, como doenças cardiovasculares, obesidade e síndrome metabólica (FILHO, 2010; BINSS, 2013; ROLIM, 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver bebida láctea pasteurizada adicionada de prebiótico e avaliar sua caracterização físico-química e reológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as duas formulações a serem estudadas: bebida láctea sem prebiótico e bebida láctea com xilo-oligossacarídeos, através da atividade de água, pH e composição centesimal;
- Determinar atividade antioxidante e anti-hipertensiva das amostras;
- Conhecer o perfil compostos voláteis das duas amostras desenvolvidas;
- Estudar reologicamente as duas composições;
- Avaliar os aspectos microbiológicos das duas formulações;

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 BEBIDAS LÁCTEAS

4.1.1 Bebida láctea pasteurizada

As bebidas lácteas são produtos preparados para o consumo humano, à base de leite ou derivados, que podem ser adicionadas de ingredientes como açúcar, adoçantes, espessantes, aromatizantes, concentrado de frutas. De acordo com o valor de pH, dividem-se em dois grandes grupos: neutro (leites achocolatados, leite com café e leite com sabor de frutas) ou baixo (bebidas lácteas fermentadas, contendo leite e suco de frutas ou soro de leite) (OLIVEIRA, 2009; SHAH, 2017).

Segundo a Instrução Normativa N° 16/2005, a Bebida Láctea é definida por:

Produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto.

A bebida láctea pasteurizada, além da definição acima, é caracterizada por ser submetida à temperatura de pasteurização lenta de 62 a 65° C (sessenta e dois a sessenta e cinco graus Celsius) por 30 (trinta) minutos ou pasteurização de curta duração de 72 a 75°C (setenta e dois a setenta e cinco graus Celsius), durante 15 a 20 segundos (quinze a vinte segundos), em aparelhagem própria, resfriada entre 2 e 5 °C (dois e cinco graus Celsius) e, em seguida, envasada (BRASIL, 2005; SHAH, 2017).

Com o objetivo de atender aos padrões de identidade e qualidade determinados pela legislação brasileira em relação às características sensoriais, a bebida deve possuir alguns requisitos, tais como: ter consistência líquida com diferentes graus de viscosidade, segundo sua composição; apresentar cor branca ou de acordo com os ingredientes alimentícios e/ou corantes adicionados; e proporcionar odor e sabor característico ou de acordo com os

ingredientes alimentícios e/ou substâncias aromatizantes/saborizantes adicionados (BRASIL, 2005).

A legislação também recomenda que a bebida láctea com adições, que seja igual ou semelhante à bebida láctea sem adições em relação às características sensoriais, apresente, no mínimo, $1,7g \cdot 100g^{-1}$ de proteína de origem láctea e $2g \cdot 100g^{-1}$ de matéria gorda de origem láctea. Além disso, é permitido o uso de aditivos como acidulantes, aromatizantes, corantes, estabilizantes, desde que respeitadas as suas quantidades máximas no produto final, a fim de melhorar seus aspectos sensoriais e, conseqüentemente sua aceitação pelos consumidores. Seu envase deve ser feito em materiais adequados para as condições de armazenamento e com proteção apropriada contra a contaminação, em temperatura de conservação e comercialização inferior a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (dez graus Celsius). Para fins de controle higiênico-sanitário, as análises mínimas obrigatórias para as bebidas lácteas pasteurizadas correspondem à contagem de mesófilos aeróbios, de coliformes a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Coliformes totais) e de coliformes a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Coliformes termotolerantes ou fecais) (BRASIL, 2005; OLIVEIRA, 2009).

A matéria-prima usada para a fabricação da maioria dos produtos lácteos é o leite de vaca. Por isso, para melhor compreensão dos aspectos nutricionais das bebidas lácteas, é necessário conhecer a composição do leite que determina sua qualidade nutritiva, seu valor como ingrediente para fabricar produtos alimentícios e muitas de suas propriedades. Em média, o leite bovino é composto por 87% de água, 4% a 5% de lactose, 3% de proteína, 3% a 4% de gordura, 0,8% de minerais e 0,1% de vitaminas. Os componentes principais são os que estão em maior concentração, no entanto, não são os mais importantes em todos os aspectos, visto que as vitaminas, mesmo em menor quantidade são importantes nutritivamente (FILHO, 2010; PEREIRA, 2014).

As proteínas são divididas em dois tipos: proteínas solúveis, também chamadas de proteínas do soro (20% da proteína do leite), e insolúveis, isto é, as caseínas, que representam 80%. As proteínas do soro são representadas, principalmente, pela β -lactoglobulina e α -lactoalbumina. Quando acontece a diminuição do pH do leite para 4,6, ponto isoelétrico da caseína, ocorre a precipitação dessas moléculas. Dentre os componentes lipídicos, predominam os triacilgliceróis, representando 98% da gordura láctea, complementados por monoacilglicerol, diacilglicerol, ácidos graxos livres, colesterol, fosfolipídios e outros em menor quantidade (OLIVEIRA, 2009; FILHO, 2010; PEREIRA, 2014).

O principal constituinte sólido do leite é a lactose que é um dissacarídeo formado por α -D-glicose e β -D-galactose. É um dos açúcares mais comuns e menos solúveis ($17,8\%$ a 25°C). Por ser lentamente hidrolisado, fica um maior período de tempo no intestino humano,

fazendo com que haja redução do pH fecal, o qual é fator protetor de carcinogênese do cólon. Modifica positivamente a microbiota intestinal aumentando a síntese bacteriana de vitaminas hidrossolúveis, contribuindo com a sobrevivência das bactérias benéficas, aumentando assim, a absorção do cálcio e inibindo a multiplicação de bactérias putrefativas (FILHO, 2010; PEREIRA, 2014).

O leite possui todos os minerais necessários à espécie humana. Os mais importantes dentre eles são os bicarbonatos, cloretos e citratos de cálcio, magnésio, potássio e sódio. Em relação às vitaminas, possui quantidade significativa de vitaminas lipossolúveis: A (na forma de precursor β -caroteno), D, E e K; e de hidrossolúveis: tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, piridoxina, ácido fólico, biotina, cobalamina e ácido ascórbico. No entanto, durante o processamento e armazenamento, ocorrem perdas nutricionais (FILHO, 2010; PEREIRA, 2014).

No desenvolvimento de uma bebida láctea, vários fatores afetam sua estabilidade, sua vida de prateleira e sua aceitação pelos consumidores e por isso, é fundamental que seja feito um rigoroso controle durante todo o processo de elaboração e armazenamento do produto. Diversos fatores contribuem para o fim da vida de prateleira das bebidas lácteas e iogurtes, tais como alterações das propriedades físico-químicas, mudanças na aparência e textura devido à pós-acidificação e à sinérese (ZARE *et al*, 2011).

Um aspecto envolvido no sabor e aroma de produtos lácteos é a quantidade de compostos voláteis, possuindo extrema importância em relação à validade destes alimentos já que, ao longo do tempo, interferem na aceitabilidade do produto final devido a alterações nos aspectos sensoriais (CONDURSO *et al*, 2008). O acetaldeído é apontado como o composto mais relevante para o aroma típico da bebida láctea e o diacetil contribui com o sabor total dela (ZOURARI *et al*, 1992).

Outra propriedade que também afeta a aceitação dos lácteos pelos consumidores é a textura, que pode ser alterada por diferentes fatores como a qualidade e composição do leite, principalmente em relação ao seu teor de gordura e sólidos totais, tratamento térmico, taxa de acidificação e período de armazenamento (PASEEPHOL *et al*, 2008; GONÇALVES *et al*, 2017). Com isso, o estudo reológico de bebidas lácteas é fundamental para caracterizar o produto quanto a sua funcionalidade, vida de prateleira, assim como contribui para melhorar a compreensão do comportamento estrutural do produto.

4.1.2 Soro de queijo

Na produção de queijo, ocorre a geração do soro como resíduo, que é caracterizado como um líquido de cor verde amarelada, formado pela coagulação do leite por ação de

ácidos ou enzimas proteolíticas. Do ponto de vista nutricional, o soro de queijo é visto como importante fonte de nutrientes por possuir metade dos nutrientes presentes no leite: lactose, proteínas do soro (β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulinas e albumina de soro), vitaminas hidrossolúveis e sais minerais, fazendo com que o interesse das indústrias de alimentos em utilizá-lo seja cada vez maior (POPPI *et al*, 2010; PRAZERES *et al*, 2012; PALMIERI *et al*, 2016).

Embora o soro de queijo seja um subproduto nutritivo, não se encontra em condições de ser utilizado prontamente pela indústria alimentar. Há normas rígidas contra o despejo de soro e um cuidado especial deve ser tomado com sua disposição no meio ambiente, o que acaba criando custos adicionais para as indústrias (POPPI *et al*, 2010; GYAWALI e IBRAHIM, 2016; PALMIERI *et al*, 2016).

Além disso, diversas pesquisas observaram possíveis propriedades funcionais das proteínas do soro: ação anticarcinogênica, antimicrobiana e anti-inflamatória (POPPI *et al*, 2010). Portanto, encontrar alternativas de utilização deste soro na criação de novos produtos na indústria de alimentos pode ser uma solução econômica e nutritiva para o mercado de produtos lácteos.

4.1.3 Processamento de bebida láctea pasteurizada

Uma das principais alternativas para aproveitar o soro no Brasil é a produção de bebida láctea. As bebidas fermentadas são comumente mais comercializadas devido às suas semelhanças sensoriais com o iogurte. No entanto, a bebida láctea pasteurizada se torna uma atraente escolha para as indústrias por conta da simplicidade no seu processo de fabricação, que se deve à possibilidade de uso dos equipamentos já existentes na usina de beneficiamento de leite, gerando uma diminuição no custo de fabricação, conforme fluxograma abaixo (Figura 1) (SOUSA *et al*, 2015).

Além do soro lácteo, é adicionado leite integral e açúcar, sendo opcional acrescentar polpa de frutas ou qualquer outro produto e/ou substância alimentícia, gordura vegetal, leite(s) fermentado(s) e outros produtos lácteos (BRASIL, 2005; SHAH, 2017). O teor de gordura presente na elaboração das bebidas lácteas em diversas pesquisas é padronizado numa faixa que varia de 0,1 a 10% (FILHO, 2010). Os preparados de frutas são muito usados na produção de bebidas lácteas e consistem de frutas, componentes de fruta e açúcares, extratos, aromas, corantes, estabilizantes e ácidos. O açúcar mais utilizado nessas formulações é a sacarose. Sua quantidade varia de 7% a 12% em relação ao volume do leite (OLIVEIRA, 2009).

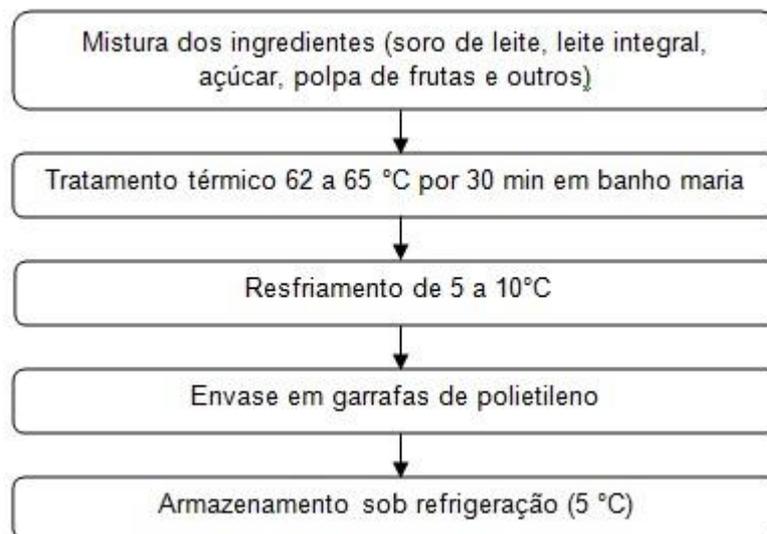


Figura 1. Etapas de fabricação da bebida láctea pasteurizada

Fonte: Adaptada de Pinto, 2010.

4.1.4 O consumo de bebida láctea no Brasil

A bebida láctea representa uma alternativa de consumo de produtos lácteos, ou seja, produtos que utilizam o leite como elemento principal em sua composição (BRASIL, 2005). Sua importância é explicada pelo elevado valor nutricional que apresenta, além de atuar como veículo de substâncias probióticas e prebióticas, e pelo aproveitamento do soro proveniente da indústria de lácteos, já que o descarte inadequado deste subproduto na natureza ocasiona problemas ambientais devido ao seu alto teor de materiais orgânicos e significativa demanda biológica de oxigênio necessária para a deterioração da lactose. Além disso, este subproduto substitui de modo produtivo e econômico outros ingredientes lácteos, podendo gerar novas formulações consideradas funcionais (ANTUNES *et al*, 2007; ZAVAREZE *et al*, 2010; DIAS *et al*, 2013).

A similaridade com o iogurte favorece sua aceitação pelos consumidores, aumenta a competitividade deste segmento de mercado, estimula pesquisas na área de lácteos e, conseqüentemente, favorece a criação de variadas formulações a fim de buscar cada vez mais benefícios à saúde humana (ACHANTA *et al*, 2007). A estimativa de produção anual dessas bebidas no Brasil é apresentada pela Pesquisa Industrial Anual (PIA-Produto), onde se observa um aumento na quantidade de bebidas lácteas produzidas no período de 2005 até 2013, contabilizando cerca de 991.680 litros no ano de 2013, mais do que o dobro estimado em 2005 (Tabela 1) (IBGE, 2013).

Tabela 1. Produção de bebidas lácteas no Brasil – Prodlist Indústria 2013

Ano	Quantidade produzida (Mil litros)
2005	436.530
2006	396.882
2007	583.960
2008	692.110
2009	492.756
2010	622.850
2011	686.691
2012	841.472
2013	991.680

Fonte: IBGE (2013)

A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) avaliou o consumo alimentar da população brasileira no período de 2008 a 2009 e foi comparado o consumo *per capita* de bebida láctea e de iogurte: 19,9 g dia⁻¹ contra 9,8 g dia⁻¹, respectivamente, consumidos, em sua maioria, por adolescentes, seguidos de adultos e idosos, reforçando o potencial uso da bebida láctea em estudos na indústria de alimentos (IBGE, 2011).

4.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

É consenso de que a alimentação adequada é um pré-requisito na procura por uma vida saudável. Fatores como o aumento da expectativa de vida, urbanização e altos custos com tratamentos médico-hospitalares estimulam a produção de novos produtos alimentícios com o objetivo de manter o bom funcionamento do organismo e prevenir, minimizar e/ou retardar o risco do aparecimento de doenças (ANVISA, 1999; SAAD, 2006; BRASIL, 2014).

Com isso, alimentos funcionais ganham espaço no mercado, principalmente probióticos e prebióticos, já que são conhecidos por assegurar o equilíbrio da microbiota intestinal, conferindo benefícios à saúde humana (SAAD, 2006). Segundo a ANVISA (2016), alimentos com alegações de propriedade funcional podem “descrever o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e nas funções normais do organismo. As alegações podem, ainda, fazer referência à manutenção geral da saúde e à redução do risco de doenças”. De um modo geral, para um alimento ser considerado funcional, além do previsto pela nutrição básica, deve ter constituintes em potencial que fortaleçam a saúde através de mecanismos que superam a nutrição tradicional, como as substâncias biologicamente ativas, por exemplo. Mas é importante destacar que esse efeito

se baseia na promoção da saúde e não na cura de doenças (SANDERS, 1998; ANVISA, 2002; GRANATO *et al*, 2010).

A resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002 da ANVISA, define como substância bioativa, “além dos nutrientes, os não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica”, encontradas em fontes alimentares, de origem natural ou sintética, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica. Seu consumo deve ser comprovadamente seguro.

4.2.1 Prebióticos

Em 1995, foi descrito um ingrediente alimentar não digerível que causava um efeito fisiológico positivo ao organismo, por estímulo do crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas no cólon, denominado de “prebiótico” (GIBSON e ROBERFROID, 1995). Além de estimular seletivamente a proliferação desses microrganismos, inibe a multiplicação de patógenos, equilibrando a microbiota intestinal, garantindo assim, benefícios adicionais à saúde do hospedeiro (IANNITTI e PALMIERI, 2010; CALDERÓN *et al*, 2012; SZKARADKIEWICZ e KARPINSKI, 2013; FLESCH *et al*, 2014).

Diferente dos prebióticos, que promovem o crescimento preferencial de um número limitado de espécies bacterianas no cólon, os probióticos são microrganismos vivos, que administrados em quantidades adequadas, reforçam os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro. Assim, prebióticos agem intimamente relacionados com os probióticos, atuando como "alimento" dessas bactérias, que em simbiose, modulam a microbiota do intestino (SAAD, 2006; CALDERÓN *et al*, 2012; FLESCH *et al*, 2014).

Porém, em 2017, o conceito de prebiótico se expandiu para possivelmente incluir substâncias além dos carboidratos, aplicações em outros locais do corpo que não o trato gastrointestinal e diversas categorias além dos alimentos, mas mantendo a necessidade de mecanismos seletivos mediados pela microbiota. Sendo assim, sua definição compreende: “um substrato que é usado seletivamente por microrganismos hospedeiros que conferem um benefício para a saúde” (GIBSON *et al*, 2017).

Alguns dos prebióticos estudados hoje são os fruto-oligossacarídeos (FOS) e os galacto-oligossacarídeos (GOS). Além destes, os isomalto-oligossacarídeos (IMOs) e os xilo-oligossacarídeos (XOS), estão surgindo como potenciais fontes de prebióticos que também podem ser usadas na forma de ingredientes em alimentos funcionais (LIN *et al*, 2016).

Belsito *et al* (2017) avaliaram o efeito da adição de GOS em requeijão cremoso e observaram aumento da consistência e melhora no aroma e sabor. Em outro estudo de desenvolvimento de requeijão com redução de sódio foram adicionados os XOS, obtendo

melhora das propriedades reológicas e físico-químicas e características sensoriais (FERRÃO *et al*, 2018).

Em grande parte das pesquisas feitas sobre os efeitos dessas substâncias, os prebióticos são incorporados em uma ampla variedade de produtos alimentícios como: produtos lácteos, pães, cereais e outros alimentos, conforme apresentado na Tabela 2 (WANG, 2009; ROLIM, 2015). No intestino saudável, os prebióticos podem ser fermentados em ácidos graxos de cadeia curta, tais como acetato, propionato e butirato que são as principais fontes nutritivas para as células do cólon (colonócitos) e possuem efeito trófico no epitélio do intestino (CORRADINI *et al*, 2013; PAIXÃO e CASTRO, 2016).

Tabela 2. Propriedades funcionais de prebióticos em alguns alimentos

Aplicações	Propriedades funcionais
logurte e sobremesas	substituição de açúcar, textura, paladar, fibras e prebióticos
Bebidas	substituição de açúcar, paladar, estabilização de espuma e prebióticos
Pães e recheios	substituição de gordura ou açúcar, textura, fibra e prebióticos
Produtos cárneos	substituição de gordura, textura, estabilidade e fibras
Produtos dietéticos	substituição de gordura ou açúcar, fibras e prebióticos
Bolos e biscoitos	substituição do açúcar, a retenção de umidade, fibra e prebióticos

Fonte: Adaptado de ROLIM, 2015.

São diversos os benefícios apresentados pelos prebióticos, como por exemplo, controle da microbiota intestinal; estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos; promoção da resistência gastrointestinal à colonização por patógenos; diminuição da população de patógenos através da produção de ácidos acético e láctico, de bacteriocinas e de outros compostos antimicrobianos; promoção da digestão da lactose em indivíduos intolerantes à lactose; estimulação do sistema imune; alívio da constipação; aumento da absorção de minerais e produção de vitaminas, entre outros (SAAD, 2006). Suas principais funções podem ser observadas na Tabela 3, adaptada de ROLIM (2015), no qual é importante salientar que muitas dessas funções dependem da microbiota modulada.

Tabela 3. Principais funções prebióticas

Funções dos prebióticos	
Aumenta a microbiota desejável no cólon	Reduz o risco de câncer
Melhora o controle glicêmico	Aumenta a absorção de cálcio e outros minerais
Aumenta folato e vitaminas do complexo B	Aumenta as evacuações
Reduz valor calórico	Aumenta resposta imune

Fonte: Adaptado de ROLIM, 2015.

Diante disso, pode-se concluir que a utilização de compostos funcionais como os prebióticos, se apresentam como uma opção atrativa, devido todas as características tecnológicas que conferem aos alimentos e suas variadas possibilidades de promoção de saúde (ROLIM, 2015).

4.2.2 Xilo-oligossacarídeos

Os xilo-oligossacarídeos (XOS) são oligômeros constituídos de unidades de xilose, com ligações β 1-4, com grau de polimerização variando entre 2 a 10 monossacarídeos e podem ser encontrados naturalmente em vegetais, frutos, mel e leite (BELORKAR e GUPTA, 2016; LIN *et al*, 2016). São considerados prebióticos, ou seja, carboidratos não digeríveis capazes de estimular crescimento de bactérias probióticas e inibir a multiplicação de bactérias patogênicas. A origem e processo de extração destes oligossacarídeos influenciam em sua composição (BELORKAR e GUPTA, 2016).

Entre os oligossacarídeos em ascensão, os XOS tem atraído interesse devido suas propriedades físico-químicas, tecnológicas e benéficas à saúde, conforme descritas abaixo. Diversos estudos têm analisado seus efeitos no aumento de bactérias probióticas em ratos, no entanto, ainda são restritas as pesquisas em populações humanas (LIN *et al*, 2016).

Como passam pelo trato gastrointestinal superior sem sofrer hidrólise pelas enzimas digestivas, chegam ao cólon intactos devido a algumas características que apresentam como o comprimento da cadeia, a presença da β -ligação e ramificação. No intestino, decorrente do processo fermentativo, formam ácidos graxos de cadeia curta como butirato, propionato e acetato que são antagônicos à proliferação de concorrentes gastrointestinais patogênicos (DOMINGUEZ *et al*, 2014; MUTANDA *et al*, 2014). O butirato é visto como um substrato fundamental para fornecer energia aos colonócitos, enquanto o acetato e o propionato podem influenciar no metabolismo de carboidratos e lipídios. A velocidade de

fermentação e a ação dos carboidratos não digeríveis são fatores primordiais para o equilíbrio intestinal do hospedeiro (SAAD, 2006; ROLIM, 2015).

Uma das propriedades que classifica os xilo-oligossacarídeos como importantes ingredientes alimentares é apresentarem baixo poder adoçante. Ainda, são livres de calorias, já que dificilmente são hidrolisados pelas enzimas digestivas, não sendo utilizados como fonte energética, tornando-se seguros para diabéticos, por exemplo (DOMINGUEZ *et al*, 2014; MUTANDA *et al*, 2014). Além de todas essas vantagens, estudos tem mostrado que os XOS também potencializam mecanismos de defesa; possuem efeitos anticancerígenos; melhoram a função imune do intestino, entre outras alegações de saúde que ainda precisam de mais pesquisas para validação (Figura 2) (BELORKAR e GUPTA, 2016).



Figura 2. Funções dos XOS
Fonte: Adaptada de Belorkar e Gupta, 2016.

Alguns pesquisadores testaram a quantidade de ingestão de XOS diária que poderia causar efeitos benéficos ao organismo. Finegold *et al* (2014) avaliaram que a ingestão de apenas 1,4 g/dia de XOS seria suficiente para fazer com que a quantidade de bifidobactérias presentes no intestino aumentasse, sem elevar os níveis de constipação e diarreia quando comparados ao grupo que não ingeriu XOS. Já Xiao *et al* (2012), observaram que a dose máxima tolerada para o consumo de XOS por humanos seria de 12 g/dia. Torna-se

interessante realizar a contagem de bifidobactérias e lactobacilos a fim de verificar a influência da ingestão do XOS no número de bactérias benéficas presentes no intestino.

Como referência para os XOS nesse trabalho, foi utilizada a quantidade mínima diária de prebióticos publicada pela ANVISA na lista de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, no qual só especifica valores de inulina e FOS, que também são prebióticos e conseqüentemente contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Para esses prebióticos serem considerados funcionais, a recomendação de consumo diário do produto pronto para consumo é de 5g dia⁻¹ e 2,5g porção⁻¹, no mínimo (ANVISA, 2016).

4.3 REOLOGIA

A reologia é definida como uma ciência que estuda a deformação e o fluxo da matéria através da análise da resposta de um material submetido a forças externas como deformações ou tensões. A matéria pode estar no estado líquido, sólido ou gasoso (BRETAS e D'ÁVILA, 2005; SCHRAMM, 2006). A palavra “reologia” é derivada do vocabulário grego: *rheo* (fluxo) e *logos* (ciência), que foi um termo sugerido por Bingham (CORRÊA *et al*, 2005). Todos os materiais apresentam propriedades reológicas, por isso a reologia é uma ciência que pode ser aplicada em diversas áreas (SCHRAMM, 2006). É utilizada como ferramenta para monitorar a qualidade de processos e produtos em campos industriais (MATHIAS, 2011).

O estudo reológico em alimentos é essencial para o controle de qualidade, desenvolvimento de produtos novos, aceitabilidade pelo consumidor, assim como para o melhor entendimento do comportamento estrutural dos produtos (LANDIM, 2011).

A reologia clássica considera, inicialmente, dois materiais ideais: o líquido viscoso e o sólido elástico. O líquido viscoso não tem formato definido e irá escoar, irreversivelmente, quando submetido a uma força externa. O sólido elástico é um material com formato definido que, quando deformado por uma força externa dentro de certos limites, irá retornar à sua forma e dimensões originais, após a remoção dessa força (STANLEY *et al*, 1996).

Na reologia de sólidos, a propriedade de maior interesse é a elasticidade. Já em líquidos, a viscosidade é a propriedade mais importante. A viscosidade de um material pode ser definida como a propriedade física dos fluidos que caracterizam a sua resistência ao escoamento (PARK e LEITE, 2001).

A taxa de deformação de um fluido está diretamente relacionada com a sua viscosidade. Em uma determinada tensão, um fluido altamente viscoso deforma-se numa taxa menor do que um fluido com baixa viscosidade (POTTER *et al*, 2013). Fluidos que apresentam taxa de cisalhamento diretamente proporcional à taxa de deformação são

fluidos newtonianos (ar, água e óleo). Quando essa relação não é diretamente proporcional, denominam-se *fluidos não-newtonianos*, como pode ser observado na Figura 3 (FOX *et al*, 2006; POTTER *et al*, 2013).

Plásticos ideais (ou fluidos de Bingham) precisam de uma tensão de cisalhamento mínima para haver movimento (suspensões de argila, pasta dental). Dilatantes (areia, suspensões de amido) ficam mais resistentes a movimento com o aumento da taxa de tensão e os pseudoplásticos ficam menos resistentes ao movimento com o aumento da taxa de tensão (FOX *et al*, 2006; POTTER *et al*, 2013).

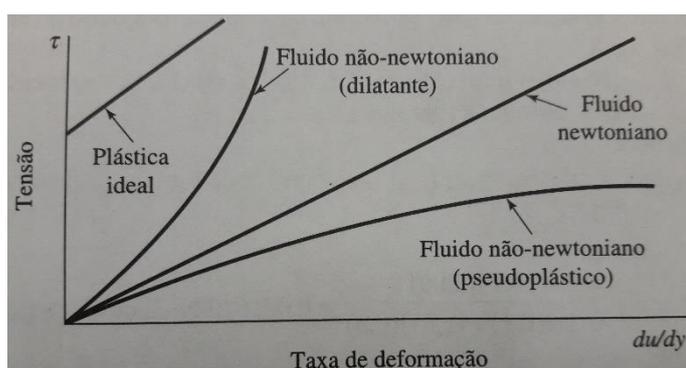


Figura 3. Fluidos newtonianos e não-newtonianos
Fonte: Potter *et al*, 2013.

Diversos estudos confirmam o comportamento pseudoplástico de bebidas lácteas (CUNHA *et al*, 2009; TAGLIARI, 2011; MARQUES, 2012). Em um estudo com bebidas lácteas fermentadas contendo bactérias probióticas elaboradas com 50, 40 e 30% de soro de queijo foi observado comportamento de fluido não-newtoniano pseudoplástico em todas as formulações. Também foi visto que quanto maior o teor de soro, menor o teor de proteínas, lipídios, carboidratos e menor viscosidade (CUNHA *et al*, 2009).

5 METODOLOGIA

5.1 PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS LÁCTEAS

Um litro de cada uma das duas bebidas lácteas foi processado em escala laboratorial: bebida láctea sem prebiótico e bebida láctea com xilo-oligosacarídeos (XOS), que foram utilizadas para as análises físico-químicas, microbiológicas e reológicas.

A formulação das bebidas lácteas foi composta de 70% de leite integral UHT (Elegê, Rio Grande do Sul, Brasil) e 30% de soro de queijo em pó (Alibra, Paraná, Brasil) reconstituído (11% m.v⁻¹). Foram adicionados, ainda, 10% de açúcar, polpa de morango congelada a 15% (Doce Vida Alimentos, Goiás, Brasil), corante natural Carmim (LG Foods, Paraná, Brasil) a 0,01% (v.v⁻¹) e, além disso, acrescentou-se 1,25% de XOS (Shandong Longlive Bio-Technology, China) em uma das amostras.

Os ingredientes foram misturados manualmente e submetidos ao tratamento térmico de 62 a 65°C por 30 minutos na planta de processamento de Alimentos do Campus Rio de Janeiro. Após o tratamento térmico, as misturas foram acondicionadas em garrafas plásticas de 200ml e armazenadas à 5 ± 1°C.

A composição das bebidas lácteas foi realizada através de revisão de literatura com as devidas adaptações (OLIVEIRA *et al*, 2006; DIAS *et al*, 2013).

5.2 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As análises foram realizadas de acordo com Gerhardt *et al* (2013), seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento em estufa a 105 °C até peso constante. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado por incineração do material em mufla regulada a 550 °C até peso constante. Os teores de proteína foram obtidos pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra, realizada pelo Método de Kjeldahl. Os lipídios foram obtidos por extração direta em Soxhlet. Os glicídios foram calculados por diferença das demais análises (NIFEXT) e o valor energético foi calculado

aplicando-se o fator de conversão de Atwater (MENDEZ *et al*, 2001). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

5.3 ATIVIDADE DE ÁGUA

A atividade de água (A_w) foi determinada de acordo com a metodologia de Gerhardt *et al* (2013), utilizando o equipamento Aqualab SERIES 4TE (Decagon Devices, São Paulo, Brasil), com temperatura média de 25 °C, conforme instruções do manual do equipamento. As análises foram realizadas em triplicata.

5.4 ANÁLISE DE FIBRA ALIMENTAR TOTAL

Esta análise foi realizada na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A fibra alimentar total (FA) foi analisada, em triplicata, pelo método enzimático-gravimétrico (IAL, 2008).

5.5 ANÁLISES DE PH

O pH foi determinado, em triplicata, utilizando-se potenciômetro marca QUIMIS ® (Quimis, São Paulo, Brasil) calibrado com tampão pH 4 e pH 7, com inserção direta do eletrodo na amostra, de acordo com Gerhardt *et al* (2013).

5.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH

Esta análise foi realizada na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A atividade sequestradora do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) foi realizada segundo método proposto por ROESLER *et al* (2007) com algumas modificações. As análises foram realizadas em triplicata.

Preparou-se solução de DPPH (0,004% m/v), com intervalo de absorbância entre 0,8 e 1,8 a 517nm, que foi estocada em frasco âmbar a 4 °C.

As amostras das bebidas lácteas foram preparadas em metanol na concentração de 10mg, homogeneizadas em agitador de tubos por 30 s, seguido de ultrassonicação a 10 °C durante 30 min. Posteriormente, foram diluídas em diferentes concentrações.

A curva de cada amostra foi encubada ao abrigo de luz por 30 minutos a temperatura ambiente, o resultado foi expresso por equivalente de Trolox, o mesmo procedimento foi

adotado para a curva padrão de trolox. O branco da reação foi preparado da mesma forma sem as amostras e o metanol foi utilizado para corrigir a linha de base. O percentual de decréscimo da absorbância foi medido pela concentração e pela capacidade de sequestrar radicais livres calculado com base no decréscimo da absorbância observada. A leitura da absorbância foi feita a 517nm em espectrofotômetro.

A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição de oxidação do radical, calculado conforme a Equação 1:

$$\% \text{ inibição} = ((A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Amostra ou Trolox}}) / A_{\text{DPPH}}) * 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Onde: A_{DPPH} é a absorbância da solução de DPPH e $A_{\text{Amostra ou Trolox}}$ é a absorbância da solução da amostra ou de trolox, que é calculada com base na diferença da absorbância da solução de amostra em teste com o seu branco.

5.7 ATIVIDADE ANTI-HIPERTENSIVA

Os Inibidores da enzima conversora da angiotensina, os IECAs, são compostos que inibem a enzima conversora da angiotensina (ECA) que converte a angiotensina I em angiotensina II. A angiotensina II é um potente vasoconstritor e estimula a produção de aldosterona, que é responsável pela retenção de sódio e água nos túbulos renais. A enzima conversora da angiotensina é estimulada pela renina secretada pelos rins, em resposta à diminuição da sua perfusão sanguínea. Ao inibir essa enzima, os IECAs produzem vasodilatação periférica, diminuindo a pressão arterial (BAKRIS, 2009).

O ensaio para a atividade inibitória de ECA foi realizado de acordo com CRUZ (2014), em triplicata, na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Assim, a dosagem de IECAs em amostras alimentícias indica a atividade anti-hipertensiva dessas amostras. Para determinar o teor de IECA, ou seja, a atividade anti-hipertensiva das bebidas lácteas (padrão e com XOS), um volume de 25 µL de cada amostra (ou tampão borato para ser utilizado como amostra controle) e 40 µL de ECA foram misturados e incubados por 10 minutos a 37 °C sob agitação constante a 450 rpm. Após esse período, foram adicionados 100 µL do substrato Hipuril-His-Leu (HHL) em cada tubo, permanecendo sob incubação por 30 minutos. A reação foi interrompida por adição de 70 µL de HCl 1M. Após o ensaio, as amostras foram centrifugadas a 10.000 x g por 10 minutos e filtradas em filtro nylon 0,45 µm. A quantidade de produto liberado, ou seja, o ácido hipúrico

(AH) formado durante a reação enzimática foi analisada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (1100, Hewlett Packard – HP, EUA).

A separação do AH formado foi realizada no cromatógrafo a partir da injeção de 15 µL da solução de reação em coluna C18 (ECLIPSE XDB, Agilent) (4.6 x 150mm; 5 µm) e monitorada por absorvância a 228 nm.

Para a construção de curva padrão foi utilizado uma solução padrão de ácido hipúrico (Sign Aldrich) com concentrações entre 0,1 a 1,2 µg/µL.

A inibição da ECA pela presença dos peptídeos foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Inibição da ECA (\%)} = (\text{AH}_{\text{controle}} - \text{AH}_{\text{inibidor}} / \text{AH}_{\text{controle}}) \times 100\%$$

Sendo:

$\text{AH}_{\text{controle}}$ = o valor de ácido hipúrico formado (expresso em µg) durante a reação da amostra controle (sem a presença dos hidrolisados como inibidores);

$\text{AH}_{\text{inibidor}}$ = o valor de ácido hipúrico formado (expresso em µg) durante a reação da amostra contendo hidrolisados como inibidores).

5.8 PERFIL DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

Os compostos voláteis foram analisados por microextração em fase sólida, cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (MEFS-CG-EM), de acordo com SOUZA (2015), um dia após o processamento. A análise foi realizada com o injetor automático CTC *CombiPal*, um amostrador automático tipo XYZ com compartimento promovendo o controle da temperatura e agitação para ativação da fibra e extração no *headspace*.

Cerca de 3 mL de bebida láctea foram transferidas para frascos de *headspace* de 20 mL que já continham 6 mL de solução saturada de NaOH (cerca de 3,0 mL). Os frascos foram tampados com septo de silicone e lacrados com tampa rosca de alumínio. Todas as extrações foram realizadas utilizando uma fibra com 50/30µm de espessura com Divinilbenzeno / Carboxen / Polidimethylsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (*Supelco*, Bellefonte, PA, EUA). Após o tempo de equilíbrio de 20 minutos à 40 ± 1,0 °C com agitação de 750 rpm, o septo que recobre o frasco de *headspace* foi perfurado com a fibra retraída na agulha e então a fibra foi exposta à amostra por 30 minutos extraíndo os voláteis do *headspace* por 30 minutos, nas mesmas condições.

A análise de identificação dos compostos orgânicos voláteis foi feita a partir do CG-EM (Agilent Technologies, 7890A-5975C), com amostrador do tipo CTC PAL (Amostrador

CTC PAL Sampler 120, Agilent Technologies) e com *liner* apropriado para análises de MEFS. As condições cromatográficas adotadas foram: injeção por fibra, sem razão da divisão de fluxo da fase móvel no injetor (*splitless*), temperatura do injetor – 240 °C; fluxo da fase móvel: 2mL min⁻¹, velocidade linear da fase móvel 36,35cm seg⁻¹; programação do forno cromatográfico – 45 °C por 5 minutos, com rampa de temperatura de 10 °C min⁻¹ até 80 °C, seguido de nova rampa a 5 °C min⁻¹ até 240 °C, segurando por 15 minutos; coluna – CP-Wax 52 CB 60m x 0,25mm x 0,25 e detector – EM (espectrômetro de massas) com intervalo de massa 40-400 m/z.

A composição das amostras foi determinada a partir dos espectros de massas das amostras com auxílio do software *Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis* utilizando como referência a biblioteca de espectros NIST 11.

Os componentes foram identificados ainda de acordo com índice de retenção linear de cada substância, calculado a partir de um padrão de calibração de alcanos de 8 a 40 carbonos (padrão Sigma, 40147-U) por meio da equação de *Van der Dool and Kratz*.

5.9 ANÁLISE REOLÓGICA

Foram feitos ensaios de fluxo, com taxas de deformação de 0 a 300s⁻¹, com rampa de subida. As medidas reológicas das formulações das bebidas lácteas foram determinadas através de ensaios de escoamento em estado estacionário (curvas de fluxo) em reômetro de tensão controlada Paar Physica MCR 302 (Anton Paar GmbH, Graz, Áustria), com geometria de cone-placa -CP60- (4 cm, 2°) e gap de 1 mm, de acordo com a metodologia descrita por COSTA (2017). As amostras foram colocadas no prato e deixadas para descansar a 10 °C ± 0,1 durante 10 min para recuperação da estrutura. A temperatura dos ensaios foi mantida com auxílio de sistema de controle de temperatura Physica TEK 150P. Para a obtenção das curvas de fluxo foi realizada uma varredura de tensão de cisalhamento com taxa de deformação crescente (0 a 300 s⁻¹).

5.10 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 62 de 2003 (BRASIL, 2003), um dia após o processamento. O regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea determina que sejam realizadas três análises: Mesófilos aeróbios, coliformes totais a 35 °C e coliformes termotolerantes a 45 °C.

Para análise de mesófilos aeróbios foi realizado o método de contagem padrão em placas. Foram pipetados 25 mL da amostra em 225 mL de solução salina peptonada a

0,1%. Transferiu-se 1 mL para tubos com 9 mL de água peptonada a 0,1%. Em seguida, foram semeados 0,1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo meio PCA (Ágar padrão para contagem), já identificadas. A amostra foi espalhada sobre a superfície da placa com PCA com alça de Drigalski e, posteriormente, incubada em posição invertida a 36 °C por 24-48 horas (FERREIRA *et al*, 2015).

Para a avaliação dos coliformes totais e termotolerantes foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP). Foram realizadas três diluições das amostras utilizando água peptonada a 0,1%. Em seguida, de cada diluição foi transferido 1 mL de amostra para tubos, identificados, com caldo LST (Lauril Sulfato Triptose), acrescidos do tubo de Durhan, incubados por 24-48 h a 36° C. Não houve crescimento nos tubos contendo caldo LST. Em caso de tubos positivos: seriam transferidos 0,1 mL para tubos de caldos VBBL (Verde Brilhante Bile Lactose) e EC (Escherichia coli). Os tubos com caldo EC seriam incubados em banho-maria por 44,5°C, por 24/48h e os tubos com caldo VBBL incubados a 36° C por 48 h. O resultado de presença e ausência de turvação e ocorrência de gases nos tubos seriados são comparados com tabela pré-estabelecida, onde é atribuído uma contagem para cada possibilidade de combinações das séries de 3 tubos, podendo ser confirmada em Agar Eosin Methylene Blue (EMB) (OLIVEIRA *et al*, 2017).

Adicionalmente foi realizada a pesquisa de *Salmonella* spp. por ser considerado um importante microrganismo causador de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs).

Foram pipetados 25 mL da amostra e adicionados em 225 mL de água peptonada estéril a 1%, com incubação a 36 °C por 18 a 24 horas. Posteriormente, na etapa do enriquecimento seletivo, foi inoculado 1 mL da amostra em 10mL de cada caldo de pré-enriquecimento (caldo Rappaport Vassiliadis, caldo selenito-cistina e caldo tetracionato), incubados a 41 °C por 24 a 30 horas. Na etapa de isolamento, uma alçada dos caldos de enriquecimento seletivo foi inoculada sobre placas contendo os meios seletivos: Rambach, Salmonella-Shigella e XLD. Essas placas foram incubadas a 36 °C por 18 a 24 horas. Os testes bioquímicos (Ureia, TSI, LIA, SIM e citrato) só são realizados em caso de observação de colônias suspeitas na última etapa descrita anteriormente. A técnica de detecção de *Salmonella* spp. é um método clássico de ausência/presença (SILVA *et al*, 2010).

5.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados das análises foram avaliados através de Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ao nível de $p < 0,05$ para comparação das médias obtidas, utilizando software Statistica 8.0 para todas as amostras de bebida láctea.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PROCESSAMENTO DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS LÁCTEAS

A formulação das bebidas lácteas foi realizada de acordo com as descrições encontradas na literatura científica (OLIVEIRA *et al*, 2006; DIAS *et al*, 2013), com as devidas adaptações e testes preliminares (em laboratório) que contribuíram para a definição da quantidade de seus ingredientes, conforme especificado na Tabela 4.

Tabela 4. Formulação das bebidas lácteas

Ingredientes	Formulações			
	Bebida padrão		Bebida com XOS	
	Quantidade (g/ml) por 100ml da base láctea	Teor final da bebida láctea elaborada (%)	Quantidade (g/ml) por 100ml da base láctea	Teor final da bebida láctea elaborada (%)
Base láctea (leite + soro de leite*)	100,0	79,99	100,0	79,20
Açúcar	10,0	8	10,0	7,92
Polpa de fruta de morango	15,0	12	15,0	11,88
Corante natural	0,01	0,01	0,01	0,01
Xilo-oligossacarídeos	-	-	1,25	0,99
Total	125,01	100	126,26	100

*Soro de leite em pó reconstituído (11% m.v⁻¹)

Foram utilizados leite integral UHT (3% de gordura) na concentração de 70% e soro de queijo na concentração de 30% em 100 ml de base láctea. Esta composição foi definida com base em artigos que relacionaram o percentual de aceitação de bebidas com as concentrações de soro lácteo. A polpa de fruta, previamente resfriada, foi misturada

diretamente à base láctea (leite UHT a 3% de gordura e soro de leite reconstituído a 11% m.v⁻¹). Foram acrescentados os outros ingredientes e submetidos à pasteurização lenta.

Na primeira tentativa de chegar à formulação desejada, foi utilizado leite pasteurizado, comercializado “em saquinho” (3% gordura) com o objetivo de melhorar o valor nutricional do produto. No entanto, obteve-se como resultado um líquido cheio de grumos, com separação de fases, como pode ser observado na Figura 4.

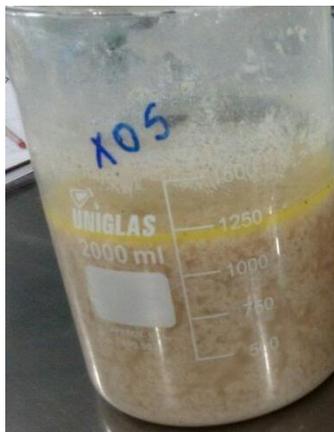


Figura 4. Bebida láctea com leite pasteurizado (3% gordura)

Com isso, optou-se pela utilização do leite UHT, por ser um produto mais homogêneo, a fim de evitar o aspecto obtido no primeiro teste da formulação. Mas por conta do processamento da polpa de fruta congelada no liquidificador, obteve-se, ainda, um líquido aerado com aparência diferente da esperada, conforme demonstrado na Figura 5.



Figura 5. Bebida láctea com leite UHT (3% gordura) e polpa batida no liquidificador

Por fim, misturou-se a polpa de fruta, previamente resfriada, diretamente à base láctea (leite UHT a 3% de gordura e soro de leite reconstituído a 11% m.v⁻¹). Foram acrescentados os outros ingredientes e submetidos à pasteurização lenta. Logo, atingiu-se a aparência desejada para a bebida láctea funcional (Figura 6).

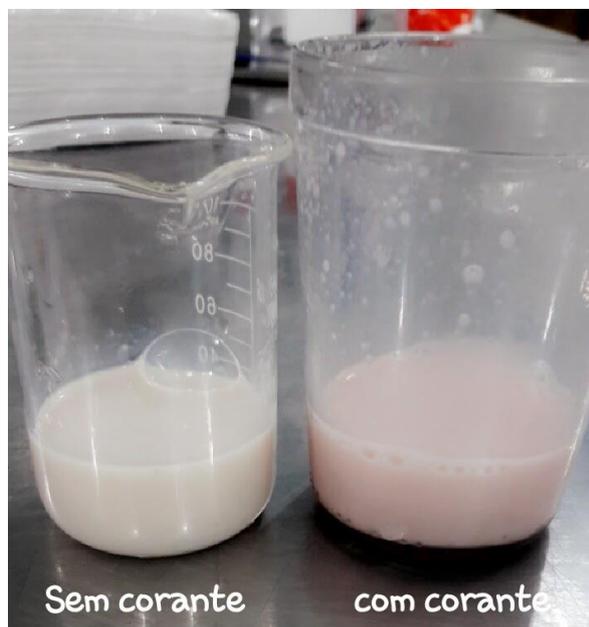


Figura 6. Bebida láctea com leite UHT (3% gordura)

Bosi *et al* (2013) desenvolveram seis formulações de bebidas não fermentadas com inulina (0,75% m.v⁻¹) e polpa de acerola (25% v.v⁻¹) com diferentes níveis de substituição da água pelo soro: 0, 20, 40, 60, 80 e 100%. As amostras com 80 e 100% de soro obtiveram baixa aceitação, revelando que bebidas com até 60% de soro teriam melhor aceitação pelos julgadores (n=56), especialmente, as concentrações que variaram entre 0 a 40%. Já Oliveira *et al* (2006) avaliou a aceitação de uma bebida láctea fermentada sabor morango com soro lácteo nas concentrações de 10%, 30% e 50%, enriquecidas com ferro quelato aminoácido. A análise sensorial para avaliar a influência dos diferentes teores de soro lácteo foi realizada com adultos, através do teste de ordenação de preferência (n=40). A amostra com 30% de soro foi considerada mais preferida entre as formulações para produção já que, além de se enquadrar nos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente, apresentou percentual de proteína elevado e foi preferida pelos consumidores, que neste último aspecto, não diferiu significativamente (p<0,05) da bebida composta por 50% de soro.

Com isso, foi utilizada a concentração de 30% de soro, pois contribui com a preservação das concentrações de macronutrientes como proteínas e lipídios conforme

recomenda a legislação para bebidas lácteas e melhora a aceitação pelos consumidores já que o menor teor de soro influencia em uma melhor consistência da bebida.

O teor de açúcar foi fixado em 10%, assim como encontrado em outros estudos de desenvolvimento de bebidas lácteas (LOPES *et al*, 2009; BURKERT *et al*, 2012; DIAS *et al*, 2013). Já o valor correspondente à polpa de morango foi determinado depois de sucessivos testes em laboratório e após verificação de características sensoriais das bebidas lácteas pelo grupo de pesquisadores do presente estudo. Mesmo na tentativa de adequar as características sensoriais da bebida láctea sabor morango com aumento da concentração de polpa, a cor não atingiu o objetivo desejado, como pode ser observado na Figura 4. Por isso, optou-se pelo corante Carmim de cochonilha, depois de verificados os aspectos de estabilidade de outras opções de corantes. A concentração do corante natural de cochonilha foi especificada de acordo com o valor máximo permitido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea (BRASIL, 2005).

Como já citado anteriormente, o teor de XOS foi baseado na quantidade mínima diária de prebióticos publicada pela ANVISA na lista de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, no qual especifica somente valores de inulina e FOS, que também são prebióticos e conseqüentemente contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Para serem considerados funcionais, a recomendação de consumo diário do produto pronto para consumo é de 5g.dia⁻¹ de inulina ou FOS e 2,5g.porção⁻¹ (200ml), no mínimo (ANVISA, 2016).

6.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BEBIDAS LÁCTEAS

Na Tabela 5, podem-se observar os resultados obtidos nas análises físico-químicas das bebidas lácteas produzidas.

Tabela 5. Caracterização físico-química das bebidas lácteas

Determinações	Bebida padrão	Bebida com XOS
Atividade de água (Aw)	0,99 ^a ± 0	0,98 ^b ± 0
pH	5,72 ^a ± 0,01	5,7 ^a ± 0
Umidade (%)	81,79 ^a ± 0,02	80,98 ^b ± 0,01
Cinzas (%)	1,12 ^a ± 0,14	1,11 ^a ± 0,39
Proteínas (%)	2,19 ^a ± 0,03	2,15 ^a ± 0,09
Lipídios (%)	2,06 ^a ± 0,11	2,07 ^a ± 0,15
Carboidratos (%)	12,85 ^a ± 0,05	12,45 ^a ± 0,47
Fibras totais (g/100ml)	0 ^a ± 0	1,25 ^b ± 0,01

Valor energético total (kcal/100ml)	78,7	77,03
--	------	-------

*Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos valores em uma mesma linha.

**Análises realizadas em triplicata

A Tabela 5 mostra que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados da atividade de água (A_w) entre as formulações, onde a bebida com XOS apresenta menor A_w quando comparada à bebida padrão, o que pode ser explicado pela capacidade de retenção de água dos xilo-oligossacarídeos. O valor de umidade também obteve diferença significativa, sendo menor na bebida láctea com XOS. A umidade encontrada por outros autores que desenvolveram bebida láctea fermentada na mesma proporção de leite integral/soro de leite variou de 77,99% a 83,51%, ficando dentro do esperado o valor observado no estudo atual (OLIVEIRA *et al*, 2006; LIMA, 2011).

Os valores de pH encontrados nas duas amostras não diferiram significativamente. Sousa *et al* (2015) encontraram pH de 6,53 em bebida láctea pasteurizada com adição de sulfato ferroso a 1%. Já Paula *et al* (2012) observaram pH de 6,71 no desenvolvimento de bebida láctea pasteurizada à base de soro de queijo coalho. Os menores valores de pH observados no estudo atual podem ser justificados pela adição da polpa de frutas sabor morango, a qual contribui para acidificação do meio.

As determinações de cinzas, proteínas e lipídios não apresentaram diferença significativa entre as formulações. Nesta pesquisa foram encontrados teores de cinzas superiores aos observados em outros estudos, que apresentaram valores em uma faixa de variação de 0,52% a 0,68% (GAJO *et al*, 2010; SILVA *et al*, 2010; COSTA *et al*, 2013). As cinzas correspondem ao somatório dos minerais presentes nos ingredientes da bebida láctea, como, por exemplo: o leite, o soro de queijo e a polpa de fruta.

Os teores de proteínas e lipídios encontrados, em ambas as bebidas, atendem à legislação na qual estabelece que a bebida láctea com adições, que seja igual ou semelhante à bebida láctea sem adições em relação às características sensoriais, apresente, no mínimo, $1,7g\ 100g^{-1}$ de proteína de origem láctea e $2g\ 100g^{-1}$ de matéria gorda de origem láctea, assim como a bebida láctea sem adição (BRASIL, 2005). Lima (2011) encontrou 2,33% de proteínas e 2% de lipídios em sua bebida láctea fermentada, enquanto Oliveira *et al* (2006) observou 2,02% de proteína e 2% de lipídio que, ao confrontar esses resultados com a pesquisa em questão, verifica-se maior valor destes macronutrientes na bebida atualmente desenvolvida, embora as diferenças absolutas nos valores encontrados não tenham sido muito discrepantes.

Os carboidratos foram determinados a partir do cálculo de diferença das demais análises e não foram significativamente diferentes entre si. Silva *et al* (2010) encontraram

valores aproximados em suas formulações quando comparados ao estudo em questão: 12,22% e 13,96% de carboidratos que aumentou conforme a maior proporção de pólen adicionado. Enquanto Gajo *et al* (2010) observaram teores de 13,74%; 14,94% e 15,16% de carboidratos, que aumentaram de acordo a diminuição do percentual de soro lácteo. O valor energético total foi calculado considerando os fatores de conversão de Atwater: (4 x g proteína) + (4 x g carboidrato) + (9 x g lipídio) (MENDEZ *et al*, 2001). O valor calórico da bebida padrão foi ligeiramente maior do que o encontrado na bebida com XOS, podendo ser justificado pelo maior teor de carboidratos em sua composição.

A bebida láctea adicionada de XOS apresentou 1,25g de fibras totais em 100ml de produto. Com isso, a porção (200ml) atende à quantidade mínima de fibras totais exigida pela legislação, que corresponde à 2,5g de fibras por porção, podendo ser considerado um produto com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde (ANVISA, 2016).

6.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH

Os radicais livres são substâncias produzidas em sistemas biológicos e também podem ser encontrados de forma exógena. Além disso, podem causar vários distúrbios degenerativos, como mutagênese, carcinogênese, envelhecimento e distúrbios cardiovasculares (SINGH e SINGH, 2008). Os compostos que combatem esses radicais livres são os antioxidantes, que também são produzidos por sistema biológico e ocorrem naturalmente em muitos alimentos e o equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes é fundamental para a manutenção da saúde (CUI *et al*, 2004; KEDARE e SINGH, 2011).

O método de eliminação de radicais livres de α , a-difenil-p-picrilidrazilo (DPPH) permite avaliar o potencial antioxidante de um composto, um extrato ou outras fontes biológicas (KEDARE & SINGH, 2011).

Neste estudo, a bebida láctea convencional apresentou 29,05% ($\pm 0,5$) de inibição do radical livre DPPH enquanto que a bebida láctea com XOS demonstrou 60,1% ($\pm 0,42$) de inibição de DPPH ($p < 0,05$), representando o dobro da atividade inicial. Schlabit (2014) também encontrou atividade antioxidante pelo método DPPH em bebida láctea sabor morango sem adições (97,53% de inibição na bebida com 50% de soro de ricota).

Pesquisadores afirmam que diversas proteínas do soro de leite e seus produtos metabólitos são antioxidantes e sequestram radicais livres, assim como a polpa de morango que apresenta atividade antioxidante por conta da presença de vitaminas e polifenóis (PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008; KUSKOSVI *et al*, 2008; FARDET e ROCK, 2017). Os produtos lácteos possuem compostos antioxidantes em proporções diversas que

dependem do tipo de matriz (lâminas, iogurtes, leites fermentados e queijos) e processamento (mecânico, térmico e fermentativo) (FARDET e ROCK, 2017).

Zainoldin e Baba (2009) investigaram o potencial antioxidante pelo método DPPH, do iogurte adicionado de *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus* (fruta do dragão branca e vermelha). A atividade antioxidante deste iogurte natural foi de 19,16%, enquanto no iogurte com adição da polpa *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus* a atividade foi para 24,97 e 45,74%, respectivamente. Já em estudo realizado por Freire (2012), a atividade antioxidante de iogurte com polpa de maracujá foi verificada pelo método DPPH. Foi observado que a adição das polpas de maracujá e farinha de albedo de maracujá (25% e 30%) não interferiu significativamente na atividade antioxidante do iogurte quando comparado aos iogurtes sem adição de polpa e farinha do albedo de maracujá.

Em uma pesquisa realizada comparando a atividade antioxidante, por DPPH, de iogurte sem adições, iogurte probiótico e iogurte simbiótico (amaranto, sorgo e aveia) foi observado que a adição de cereais (77,97%) aumentou significativamente o percentual de inibição do radical livre DPPH quando comparado ao iogurte probiótico (71,49%) e ao iogurte controle (57,11%) (RAI *et al*, 2016). A maior atividade antioxidante na presença dos XOS pode ser explicada pelas suas ligações com compostos fenólicos (AGIL e HOSSEINIAN, 2012), diminuindo a perda destes compostos durante o tratamento térmico.

Em geral, a atividade antioxidante de produtos lácteos é próxima dos alimentos à base de grãos e sucos de vegetais ou de frutas (FARDET e ROCK, 2017). A adição dos xilo-oligossacarídeos contribuiu para a melhora em 100% da atividade antioxidante na bebida láctea sabor morango, sendo necessário maiores investigações dos fatores influenciadores deste resultado.

6.4 ATIVIDADE ANTI-HIPERTENSIVA

O teor de IECA encontrado para a bebida láctea padrão foi de 33,9% ($\pm 0,56$) e para a bebida láctea com XOS de 54,65% ($\pm 0,21$), apresentando diferença significativa entre si. A bebida láctea com XOS mostrou melhores resultados na inibição da enzima conversora da angiotensina (ECA), o que indica que prebióticos como os xilo-oligossacarídeos podem apresentar algum efeito anti-hipertensivo.

Comprovadamente, os principais constituintes bioativos com propriedades anti-hipertensivas são peptídeos, de origens animal e vegetal, e compostos fenólicos (flavonoides, flavonóis, catequinas, antocianinas, ácidos fenólicos, polifenóis e taninos), de origem vegetal (HUANG *et al*, 2013; IWANIYAK *et al*, 2014). A biofuncionalidade desses

compostos é uma alternativa promissora para o controle da pressão arterial (JIMSHEENA & GOWDA, 2011; IWANIAK *et al*, 2014).

Kopp-Hoolihan (2001) documentou efeitos anti-hipertensivos através do consumo de probióticos em estudos clínicos e com animais levantando uma possível ação de bactérias probióticas ou seus produtos fermentados sobre o controle da pressão sanguínea. YEO e LIONG (2010) avaliaram os efeitos dos prebióticos na bioatividade do leite de soja fermentado com probióticos e verificou que a atividade inibitória da enzima conversora de angiotensina aumentou na presença de prebióticos (inulina, fruto-oligossacarídeos, manitol e pectina). Com isso, os pesquisadores concluíram que a proteólise aumentada na presença de prebióticos tenha favorecido a maior produção de peptídeos bioativos com potencial anti-hipertensivo.

A Inibição da ECA leva a uma queda dos níveis de peptídeos vasoconstritores, podendo ocasionar num efeito anti-hipertensivo que acaba influenciando os diferentes sistemas regulatórios da pressão arterial, da defesa imunológica e da atividade do sistema nervoso (MEISEL, 1998).

Os peptídeos do soro de leite possuem função anti-hipertensiva (CHOI *et al*, 2012). A lactoferrina, a albumina do soro bovino e as caseínas remanescentes do processo de fabricação de queijos também são fontes de peptídeos com atividade anti-hipertensiva (ROSA, 2015). No caso dos prebióticos, sua maior atividade anti-hipertensiva pode ser justificada pelas ligações com compostos fenólicos, assim como foi visto na atividade antioxidante. No entanto, é necessário que mais estudos sejam feitos para comprovar a influência dos prebióticos na melhora da atividade anti-hipertensiva.

6.5 PERFIL DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

Por meio do perfil dos compostos voláteis é possível identificar o aroma e o sabor em alimentos (CORREA *et al*, 2010; SMID e KLEEREBEZEM, 2014). Os compostos voláteis são importantes, pois a percepção do *flavor* é um critério que influencia na preferência do consumidor (ALONSO, 2001).

Os compostos orgânicos voláteis (COV) identificados nas amostras de bebidas lácteas estão detalhados na Tabela 6.

Tabela 6. Perfil de concentração de ácidos orgânicos voláteis da bebida láctea padrão e bebida adicionada de XOS

Compostos	TR	IRL	Bebida láctea padrão	Bebida láctea com XOS
ÁCIDOS				
Ácido butanoico	21,502	1608	X	X
Ácido hexanoico	26,274	1819	X	X
Ácido octanoico	30,613	2032	X	X
Ácido decanoico	34,591	2244	X	X
Ácido dodecanoico	38,274	2459	X	X
ÁLCOOL				
Etanol	5,558	911	X	X
3-Metil-1-butanol	11,784	1196	-	X
Pentanol	12,749	1238	X	X
Hexanol	14,996	1335	X	X
2-Hexen-1-ol	16,21	1386	X	X
Oct-1-en-3-ol	17,213	1428	X	X
Octanol	19,792	1535	X	-
2-Octenol	21,128	1592	X	X
Mentol	21,798	1620	X	X
ALDEIDOS				
Pentanal	6,416	963	X	X
Hexanal	8,632	1059	X	X
Octanal	13,254	1260	X	X
2-Heptenal	14,293	1305	X	X
CETONA				
2-Heptanona	10,856	1154	X	X
2-Nonanona	15,772	1367	X	X
γ-Decalactona	32,476	2129	X	X
ÉSTERES				
Acetato de etila	4,758	874	X	X
Ácido butanoico, éster etílico	7,653	1016	X	X
Ácido hexanoico, éster metílico	10,817	1152	X	-
Ácido hexanoico, éster etílico	11,854	1199	X	X
Acetato de isoamila	9,442	1094	X	X

Legenda: TR – Tempo de retenção, IRL – Índice de Retenção Linear

Nesta análise foi possível identificar 26 componentes voláteis (Tabela 6), a partir de MEFS-CG-EM. Os compostos obtidos dividem-se em cinco ácidos, nove álcoois, quatro

aldeídos, três cetonas e cinco ésteres. Os compostos: octanol e éster metílico de ácido hexanoico foram visualizados apenas na bebida láctea padrão. O octanol é um álcool responsável por um odor aromático pungente (NCBI, 2018) enquanto o éster metílico de ácido hexanoico representa um aroma de frutas (ZHANG *et al*, 2009).

Já na bebida láctea adicionada de XOS foi identificado somente um composto ausente na bebida padrão: o 3-Metil-1-butanol, comumente relacionado ao aroma dos queijos (AMÁRITA *et al*, 2006). Magalhães *et al* (2011) mencionaram a ocorrência do 3-metil-1-butanol como formador do sabor e do aroma de kefir produzido com soro lácteo. Observa-se que a adição de xilo-oligossacarídeos não descaracterizou o perfil de voláteis da bebida láctea não-fermentada.

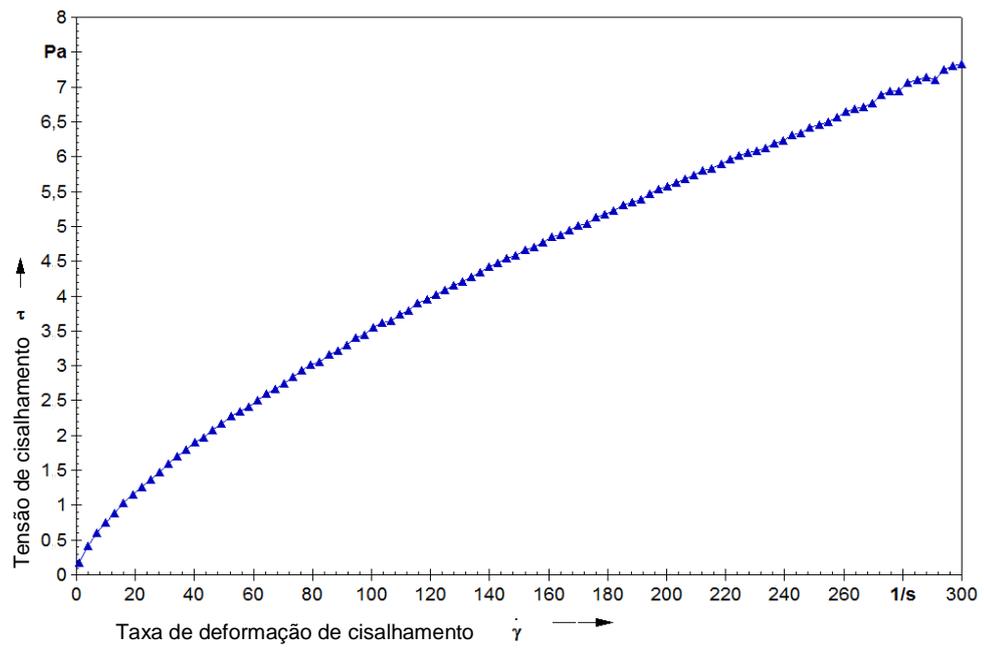
Os compostos voláteis, associados ao sabor e ao aroma de bebidas lácteas, podem estar naturalmente presentes no leite, bem como agregados ao produto por adição de outros ingredientes (RIBEIRO, 2013). Uma quantidade significativa dos voláteis denominados *off-flavors* podem se desenvolver durante o armazenamento de derivados lácteos. Muitas reações químicas incluindo a oxidação lipídica, reação de Maillard e/ou degradação de aminoácidos podem levar a alteração do sabor e ao desenvolvimento destes compostos (TANELLO, 2011) e, com isso, influenciar na aceitação pelo consumidor.

A quantificação dos ácidos graxos voláteis não foi o foco desta pesquisa, mas sim o conhecimento do perfil volátil, visando uma análise qualitativa. Pan *et al* (2014) estudaram o perfil de voláteis de leite fermentado com *Lactobacillus pentosus* e obtiveram alguns compostos iguais ao das bebidas lácteas pasteurizadas, como o etanol, 2-heptanona, 2-nonanona, ácido octanoico, ácido hexanoico e ácido decanoico.

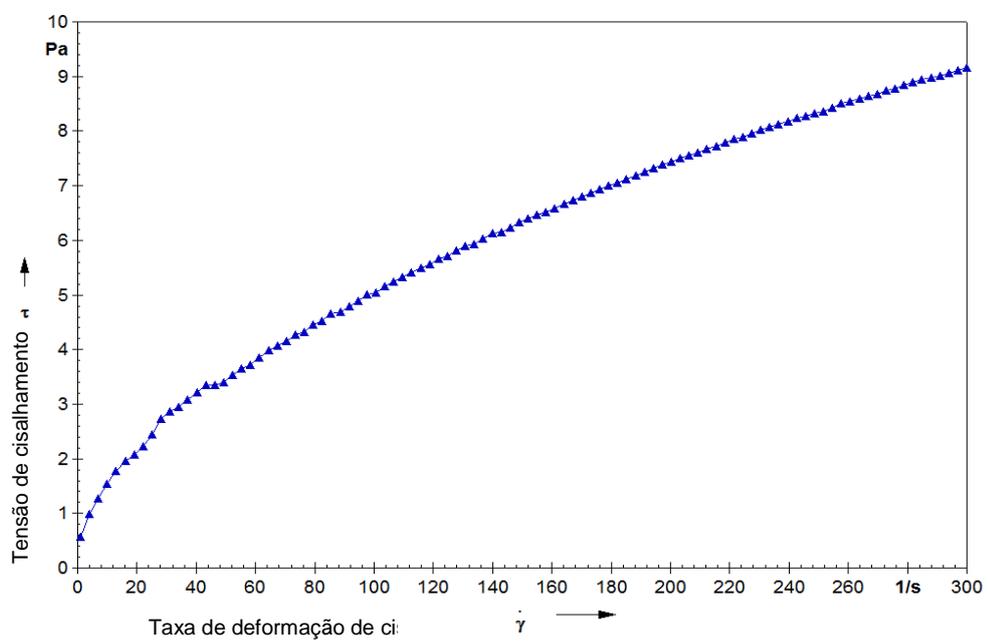
Caracterizam o flavor dos produtos lácteos - cetonas, aldeídos e álcoois (MORAES *et al*, 2015). A análise volátil de iogurte mostra que o acetaldeído é um composto-chave para aroma típico de iogurte. Além disso, a 2,3-butanodiona (diacetil), etanol, 2-butanona e acetona também são importantes (SKRIVER *et al*, 2003). Desses, somente o etanol foi encontrado nas bebidas lácteas pasteurizadas. Ao avaliar o perfil de voláteis de bebida láctea fermentada, Souza (2015) também citou o ácido butanoico, hexanol, etanol, hexanal, pentanal, 2-heptanona e 2-nonanona. As diferenças entre os componentes voláteis de iogurte e leite são provavelmente geradas pelo metabolismo das bactérias ácido lácticas.

6.6 ANÁLISES REOLÓGICAS

Na Figura 7 pode-se observar as curvas típicas de escoamento em estado estacionário ($\sigma \times \dot{\gamma}$) obtidas para a varredura de tensão de cisalhamento das amostras de bebida láctea padrão e bebida láctea com XOS.



(a) Bebida láctea padrão



(b) Bebida láctea com XOS

Figura 7. Curvas de fluxo (ascendentes), tensão de cisalhamento versus taxa de deformação: (a) Bebida láctea padrão; (b) Bebida láctea com XOS.

Verificou-se que as curvas não mostraram uma relação linear entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação de cisalhamento, caracterizando ambas as bebidas como fluidos não-newtonianos (Figura 7), apresentando comportamento pseudoplástico. Esta propriedade é caracterizada por substâncias que, em repouso, apresentam suas moléculas em um estado desordenado, e quando submetidas a uma tensão de cisalhamento, suas moléculas tendem a se orientar na direção da força aplicada. E quanto maior esta força, maior será a ordenação e, conseqüentemente, menor será a viscosidade aparente (POTTER *et al*, 2013). Outra teoria que justifica a diminuição da viscosidade aparente conforme o aumento da tensão de cisalhamento é a quebra de unidades estruturais do alimento devido a forças hidrodinâmicas geradas durante o cisalhamento (RAO, 1999).

Canella (2016) comparou reologicamente uma bebida láctea fermentada sem inulina (bebida 1) e outra com 6 gramas de inulina em 100mL (bebida 2). Em ambas as bebidas, verificou-se uma diminuição na viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, indicando que os fluidos apresentaram características pseudoplásticas, assim como o estudo em questão. Outros estudos com bebidas lácteas corroboram seu comportamento de fluido não-newtoniano com característica pseudoplástica (MOREIRA *et al*, 2010; MARQUES, 2012).

Foi possível verificar que a adição de xilo-oligossacarídeos não afetou o comportamento das características reológicas da bebida láctea. No entanto, a amostra b (XOS) apresentou tendência a maiores valores de tensão de cisalhamento por taxa de deformação. Isso indica um possível ganho de viscosidade com a incorporação de XOS na formulação.

Os prebióticos podem ser utilizados como suplemento em bebidas lácteas, não só para aumentar o seu teor de fibras, mas também para tornar o lácteo mais viscoso, contribuindo assim, para uma melhor aceitação do produto pelo consumidor.

Penna *et al* (2001) realizaram um estudo relacionando a qualidade com as propriedades reológicas de bebidas lácteas comerciais (Nestlé, Vigor, Batavo, Parmalat e Danone) a fim de realizar comparações para o estudo de novas tecnologias de processo de bebidas lácteas. Todas as amostras comerciais avaliadas apresentaram comportamento não-newtoniano, com curvas ascendentes demonstrando um comportamento pseudoplástico. Ao relacionar os índices de consistência com a preferência dos

consumidores foi observado que as preferidas foram as bebidas com mais altos índices de consistência e maiores pseudoplasticidades.

Após desenvolver diversas bebida lácteas de diferentes concentrações de soro de leite em pó, leite em pó desnatado e isolado proteico de soja, Gomes e Penna (2009) também observaram que a bebida láctea que apresentou elevada consistência e baixo índice de comportamento do escoamento (mais pseudoplástica) foi a que obteve os maiores valores para os atributos sensoriais, demonstrando preferência dos consumidores por produtos mais encorpados.

Farah *et al* (2017) compararam marcas comerciais de iogurtes, bebidas lácteas e leites fermentados quanto aos perfis sensoriais e aceitação, e foi observado que a aceitação global está diretamente relacionada ao sabor e à textura destes produtos. Tanto o iogurte quanto a bebida láctea fermentada apresentaram melhor aceitação pelos consumidores, sem diferença significativa, sendo considerados mais encorpados mesmo com características diferentes quanto às suas composições e processos. Em outro estudo verificou-se que lácteos fermentados e com maior teor de gordura tem mais viscosidade, sendo mais apreciados pelos consumidores (JANIASKI *et al*, 2016). Além disso, assim como no estudo anterior, foi observado que iogurtes e bebidas lácteas com baixo teor de gordura apresentaram melhor aceitação, sem diferença estatística, demonstrando também uma percepção sensorial similar entre esses dois lácteos pelos provadores (JANIASKI *et al*, 2016).

Com isso, se conclui que a maior viscosidade apresentada pela bebida láctea adicionada de XOS pode contribuir com uma melhor aceitação deste produto pelo consumidor.

6.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As bebidas lácteas produzidas demonstraram qualidade microbiológica satisfatória, conforme pode ser observado na Tabela 7, uma vez que seus resultados se encontraram dentro dos padrões estabelecidos pela RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) e pela Instrução Normativa 16/2005 (BRASIL, 2005) estando assim, próprias para o consumo humano.

Tabela 7. Características microbiológicas das bebidas lácteas

Micro-organismo	Bebida láctea padrão	Bebida láctea com XOS	Padrão legislativo	Legislação
Mesófilos aeróbios	0	0	$<1,5 \times 10^5$ UFC/ mL	IN 16 / 2005
Coliformes	0	0	<10 NMP/mL	IN 16 / 2005

totais				
Coliformes	0	0	<4 NMP/mL	RDC 12 / 2001
termotolerantes				
Salmonella spp.	Ausente / 25 mL	Ausente / 25 mL	Ausente / 25 mL	RDC 12 / 2001

UFC: Unidade Formadora de Colônia; NMP: Número Mais Provável

Todas as análises microbiológicas foram realizadas um dia após o processamento das bebidas. As garrafas plásticas que acondicionaram as bebidas e os utensílios utilizados durante o processamento foram submetidos à solução clorada: hipoclorito de sódio a 250 ppm por 20 minutos.

O padrão legislativo normalmente utilizado para verificação de adequação microbiológica de produtos alimentícios é a RDC 12/2001 (BRASIL, 2001), a qual não apresenta recomendação de análise específica para bebida láctea pasteurizada, sendo utilizada então, a recomendação de análises para leite pasteurizado, que compreende: coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. Para mesófilos aeróbios e coliformes a 35°C foi utilizada como fonte de padrão legislativo a Instrução Normativa N°16/2005 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de bebida láctea.

Na análise de mesófilos aeróbios não foi observado crescimento de colônias em nenhuma das placas contendo meio PCA, como pode ser observado na Figura 8 que apresenta uma das placas onde foi inoculada a amostra de bebida láctea com XOS.



Figura 8. Análise de mesófilos aeróbios contendo meio PCA (Bebida Láctea com XOS)

Também não houve crescimento de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C já na etapa presuntiva. Não ocorreu formação de gás ou turvação em nenhum dos tubos contendo caldo LST, em ambas as análises, indicando ausência desses micro-organismos conforme apresentado na Figura 9.



Figura 9. Análise de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C na etapa presuntiva

Na determinação de *Salmonella* spp. não foram observadas colônias típicas na etapa de isolamento: placas contendo os meios seletivos (Rambach, Salmonella-Shigella e XLD), sendo determinada ausência deste micro-organismo.

Resultados similares foram observados por Busanello (2014), Schlabitz (2014) e Silveira (2014) para bebidas lácteas fermentadas e por Sousa *et al* (2015) e Paula *et al* (2012) para bebidas lácteas pasteurizadas.

Com isso, pode-se concluir que o processamento e o posterior armazenamento a 5 °C das bebidas lácteas se configurou um procedimento seguro e garantiu sua qualidade microbiológica.

7 CONCLUSÕES

Com a substituição do leite pasteurizado (3% de gordura) por leite UHT (3% de gordura) nas duas formulações e adição do corante natural carmim, pode-se obter uma bebida láctea sabor morango com aparência similar aos produtos encontrados no mercado.

As análises de pH, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos não apresentaram diferença significativa entre as duas amostras elaboradas ($p < 0,05$). No entanto, a atividade de água e a umidade apresentaram diferença estatística, o que pode ser justificado pela presença do XOS em uma das formulações.

Os teores de proteínas e lipídios encontrados, em ambas as bebidas, atendem à legislação na qual estabelece que a bebida láctea com adições, que seja igual ou semelhante à bebida láctea sem adições em relação às características sensoriais, apresente, no mínimo, $1,7\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de proteína de origem láctea e $2\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de gordura de origem láctea. Além disso, os teores de fibras alimentares totais obtidos atendem ao mínimo exigido pela legislação para que a bebida láctea adicionada de XOS apresente alegação de propriedade funcional.

A bebida láctea com XOS apresentou maior atividade antioxidante e atividade anti-hipertensiva quando comparada à bebida padrão, sendo necessários mais estudos com esse prebiótico a fim de investigar sua influência nestes resultados. A adição de prebiótico não descaracterizou o perfil de voláteis da bebida láctea.

Ambas as bebidas lácteas apresentaram comportamento não-newtoniano, com características pseudoplásticas. A bebida láctea adicionada de XOS obteve maior viscosidade aparente quando comparada à bebida láctea padrão, podendo influenciar em uma melhor aceitação deste produto pelos consumidores.

As análises microbiológicas demonstraram que o processamento e o posterior armazenamento a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ das bebidas lácteas se configurou um procedimento seguro e garantiu a sua qualidade microbiológica.

Torna-se interessante avaliar a influência da ingestão contínua de bebida láctea não fermentada adicionada de XOS no quadro de constipação intestinal, através de estudo clínico em indivíduos adultos constipados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHANTA, K.; ARYANA, K. J.; BOENECKE, C. A. Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. **Food Science and Technology**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 424-429, 2007.

AGIL, R., HOSSEINIAN, F. Dual Functionality of Triticale as a Novel Dietary Source of Prebiotics with Antioxidant Activity in Fermented Dairy Products. **Plant Foods Human Nutrition**, v. 67, p. 88-93, 2012.

ALONSO, L.; FRAGA, M. Simple and Rapid Analysis for Quantitation of the Most Important Volatile Flavor Compounds in Yogurt by Headspace Gas Chromatography – Mass Spectrometry. **Journal of Chromatographic Science**, v. 39, n. 7, p. 297-300, 2001.

AMÁRITA, F.; PLAZA, M.; PALENCIA, P. F.; REQUENA, T.; PELÁEZ, C. Cooperation between wild lactococcal strains for cheese aroma formation. **Food Chemistry**, v. 94, n. 2, p. 240-246, 2006.

ANNUNZIATA, A.; VECCHIO, R. Functional foods development in European market: A consumer perspective. **Journal of Functional Foods**, v. 3, n. 3, p. 223-228, 2011.

ANTUNES, A. E. C.; MARASCA, E. T. G.; MORENO, I.; DOURADO, F. M.; RODRIGUES, L. G.; LERAYER, A. L. S. Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 83-90, 2007.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Lista de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde**. 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: ago. 2016.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde**. 2002. Disponível em:

<<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/AGENCIAS/ANVISA/RS0002-070102.PDF>>. Acesso em: dez. 2017.

BAKRIS, G. L. Is blockade of the renin-angiotensin system appropriate for all patients with diabetes?. **Journal of the American Society of Hypertension**, p. 288-290, 2009.

BELSITO, P. C.; FERREIRA, V. S.; CAPPATO, L. P.; CAVALCANTI, R. N.; VIDAL, A. S.; PIMENTEL, T. C.; ESMERINO, E. A.; BALTHAZAR, C. F.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; ZACARCHENCO, P. B.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; PASTORE, G. M.; POLLONIO, M. A. R.; CRUZ, A. G. Manufacture of *Requeijão cremosoprocessed* cheese with galactooligosaccharide. **Carbohydrate polymers**, v. 174, p. 869-875, 2017.

BELORKAR, S. A.; GUPTA, A. K. Oligosaccharides: a boon from nature's desk. **AMB Express**, v. 6, n. 82, p. 1-11, 2016.

BINNS, N. Probiotics, prebiotics and the gut microbiota. **International Life Sciences Institute**, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25179725>>. Acesso em: ago. 2016.

BOSI, M. G.; BERNABÉ, B. M.; LUCIA, S. M. D.; ROBERTO, C. D. Bebida com adição de soro de leite e fibra alimentar prebiótica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.3, p. 339-341, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 16 de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%2016-2005.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%2016-2005.pdf)>. Acesso em: ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº62 de 18 de setembro de 2004. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água, 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>>. Acesso em: ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o regulamento sobre padrões microbiológicos para alimentos e seus anexos I e II. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, Distrito Federal, n. 7, 10 Jan. 2001. Seção 1, p. 45-53. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em: ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. **Ministério da Saúde**, Secretaria de

Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.: il. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/05/Guia-Alimentar-para-a-pop-brasiliera-Miolo-PDF-Internet.pdf>>. Acesso em: ago. 2016.

BRETAS, R. E. S.; D'ÁVILA, M. A. **Reologia de polímeros fundidos**. São Carlos: EdUFSCar, 2 ed, 257 p., 2005.

BURKERT, J. F. M.; FONSECA, R. A. S.; MORAES, J. O.; SGANZERLA, J.; KALIL, S. J.; BURKERT, C. A. V. Aceitação sensorial de bebidas lácteas potencialmente simbióticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 4, p. 325-332, 2012.

BUSANELLO, M. P. **Desenvolvimento de bebida láctea prebiótica com cajá-manga (*Spondias dulcis*)**. 2014. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

CALDERON, E. G.; TEVES, P. M.; SALGADO, E. M. Probióticos, prebióticos y simbióticos en el síndrome de intestino irritable. **Acta Médica Peruana**, v. 29, n. 2, p. 92-98, 2012.

CANELLA, M. H. M. **Potencial da crioconcentração do soro de leite e seu emprego na elaboração de uma bebida láctea fermentada simbiótica**. 2016. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

CHOI, J.; SABIKHI, L.; HASSAN, A.; ANAND, S. Bioactive peptides in dairy products. **International Journal of Dairy Technology**, v. 65, n.1, 2012.

CONDURSO, C.; VERZERA, A.; ROMEO, V.; ZIINO, M.; CONTE, F. Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. **International Dairy Journal**, v.18, n. 8, p. 819-825, 2008.

CORRADINI, C.; LANTANO, C.; CAVAZZA, A. Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 405, n. 13, p. 4591-4605, 2013.

CORRÊA, N. M.; JÚNIOR, F. B. C.; GNÁCIO, R. F.; LEONARD, G. R.. Avaliação do comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos. **Revista brasileira de ciências farmacêuticas**, v. 41, n.1, p. 73-78, 2005.

COSTA, A. V. S.; NICOLAU, E. S.; TORRES, M. C. L.; FERNANDES, P. R.; ROSA, S. I. R.; NASCIMENTO, R. C. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 209-226, 2013.

COSTA, M. F. **Desenvolvimento de diferentes tipos de iogurte concentrado com potencial prebiótico**. 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

CRUZ, A. G.; CAVALCANTI, R. N.; GUERREIRO, M. R.; SANT'ANA, A. S.; NOGUEIRA, L. C.; OLIVEIRA, C. A. S.; DELIZA, R.; CUNHA, R. L.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Developing a prebiotic yogurt: rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 114, n. 3, p. 323-330, 2013.

CRUZ, J. N. **Hidrolisado proteico da semente de cupuaçu como fonte de peptídeos inibidores da enzima conversora de angiotensina**. 2014. 104 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CUI, K.; LUO, X.; MURTHY, M. R. V. Papel do estresse oxidativo na neurodegeneração: desenvolvimentos recentes em métodos de ensaio para o estresse oxidativo e antioxidantes nutraceuticos. **Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry**, v. 28, p. 771-799, 2004.

CUNHA, T. M.; ILHA, E. C.; AMBONI, R. D. M. C.; BARRETO, P. L. M.; CASTRO, F. P. A influência do uso de soro de queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1, p. 23-33, 2009.

DIAS, M. L. L. A.; SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; LIVERA, A. V. S.; ANDRADE, S. A. C.; XIMENES, G. N. C. Physicochemical, sensory, and microbiological evaluation and development of symbiotic fermented drink. **Food Science and Technology**, v.33, n. 4, p.805-811, 2013.

DOMINGUEZ, A.L.; RODRIGUES, L. R.; LIMA, N. M.; TEIXEIRA, J. A. An overview of the recent developments on fructooligosaccharide production and applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n. 2, p. 324-337, 2014.

DONKOR, O. N.; HENRIKSSON, A.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotic strains as starter cultures improve angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in soy yogurt. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 8, p. m375-m381, 2005.

FARAH, J. S.; ARAÚJO, B. C.; MELO, A. L. Analysis of yoghurts', whey-based beverages' and fermented milks' labels and differences on their sensory profiles and acceptance. **International Dairy Journal**, v.68, p. 17-22, 2017.

FARDET, A.; ROCK, E. *In vitro* and *in vivo* antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: a narrative review of evidence. **Nutrition Research Reviews**, p. 1-19, 2017.

FERRÃO, L. L.; FERREIRA, M. V. S.; CAVALCANTI, R. N.; CARVALHO, A. F. A.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, H. L. A.; SILVA, R.; ESMERINO, E. A.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; FREITAS, M. Q.; MENEZES, J. C. V.; CABRAL, L. M.; MORAES, J.; SILVA, M. C.; MATHIAS, S. P.; RAICES, R. S. L. PASTORE, G. M.; CRUZ, A. G. The xylooligosaccharide addition and sodium reduction in *requeijão cremosoprocessed* cheese. *Food Research International*, v. 107, p. 137-147, 2018.

FERREIRA, P. M.; COUTO, E. P.; RIBEIRO, J.; FERREIRA, M. A. Análise microbiológica e físico-química de bebida láctea pasteurizada, sem adição, comercializada no Distrito Federal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 9, n. 8, p. 394-399, 2015.

FILHO, W. G. V. **Bebidas não-alcóolicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010, v. 2, 385p.

FINEGOLD, S. M., LI, Z.; SUMMANEN, P. H., DOWNES, J.; THAMES, G.; CORBETT, K.; DOWD, L.; KRAK, M.; HEBER, D. Xylo-oligosaccharide increases bifidobacteria but not lactobacilli in human gut microbiota. **Food & Function**, v. 5, p. 436-445, 2014.

FLESCH, A. G. T.; POZIOMYCK, A. K.; DAMIN, D. C. The therapeutic use of symbiotics. **Brazilian Archives of Digestive Surgery**, v. 27, n. 3, p. 206-209, 2014.

FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

FREIRE, F. C.; ADORNO, M. A. T.; SAKAMOTO, I. K.; ANTONIASSI, R.; CHAVES, A. C. S. D.; SANTO, K. M. O.; SIVIERI, K. Impact of multi-functional fermented goat milk beverage on gut microbiota in a dynamic colon model. **Food Research International**, v. 99, p. 315-327, 2017.

FREIRE, V. A. P. **Viabilidade de culturas probióticas de *Lactobacillus* spp. E *Bifidobacterium* spp. em iogurte adicionado de polpa e farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis*)**. 146 p. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2012.

GAJO, A. A.; CARVALHO, M. S.; ABREU, L. R.; PINTO, S. M. Avaliação da composição química e características sensoriais de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com leite de ovelha. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 374, p. 59-65, 2010.

GERHARDT, A.; MONTEIRO, B. W.; GENNARI, A.; LEHN, D. N.; SOUZA, C. F. V. Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 390, p. 41-50, 2013.

GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. R.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; SATANTON, C.; SWASON, K.; CANI, P. D.; VERBEKE, K.; REID, G. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 491-502, 2017.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Modulação dietética da microbiota do cólon humano: introdução do conceito de prebióticos. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1401-12, 1995.
GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 629-646, 2009.

GONÇALVES, B. J.; PEREIRA, C. G.; LAGO, A. M. T.; GONÇALVES, C. S.; GIAROLA, T. M. O.; ABREU, L. R.; RESENDE, J. V. Thermal conductivity as influenced by the temperature and apparent viscosity of dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 3513-25, 2017.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; SHAH, N. P. Produtos lácteos probióticos como alimentos funcionais. **Comprehensive Reviews in food science and food safety**, v. 9, p. 455-770, 2010.

GUZMÁN CALDERÓN, E.; MONTES TEVES, P.; MONGE SALGADO, E. Probióticos, prebióticos y simbióticos en el síndrome de intestino irritable. **Acta Médica Peruana**, v. 29, n. 2, p. 92-98, 2012.

GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 61-76, 2016.

HUANG, W. Y.; DAVIDGE, S. T.; WU, J. Bioactive Natural Constituents from Food Sources- Potential Use in Hypertension Prevention and Treatment. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 615–630, 2013.

IANNITTI, T.; PALMIERI, B. Therapeutical use of probiotic formulations in clinical practice. **Clinical Nutrition**, v. 29, n. 6, p. 701-725, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. **IBGE**, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>>. Acesso em: ago. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Industrial Anual – Produto (PIA-Produto). **IBGE**, Coordenação de Indústria. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<http://questionarios.ibge.gov.br/downloads-questionarios/pia-pesquisa-industrial-anual-empresa-e-pia-pesquisa-industrial-anual-produto>>. Acesso em: set. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: set. 2016.

IWANIAK, A.; MINKIEWICZ, P.; DAREWICZ, M. Food-Originating ACE Inhibitors, Including Antihypertensive Peptides, as Preventive Food Components in Blood Pressure Reduction. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, n. 2, v.13, p. 114-134, 2014.

JANIASKI, D. R.; PIMENTEL, T. C.; CRUZ, A. G.; PRUDENCIO, S. H. Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product? **Journal Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5273-5283, 2016.

JIMSHEENA, V. K.; GOWDA, L. R.. Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides derived from arachin by simulated gastric digestion. **Food Chemistry**, v.125, p. 561-569, 2001.

KEDARE, S. B.; SINGH, R. P. Gênese e desenvolvimento do método DPPH de ensaio antioxidante. **Journal Food Science Technology**, v. 48, n. 4, p. 412-422, 2011.

KOPP-HOOLIHAN, L. Prophylactic and therapeutic uses of probiotics: a review. **Journal American Dietary Association**, v.101, p.229-241, 2001.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e anocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LANDIM, L. B. **Desenvolvimento e caracterização de produtos utilizando semente de jaca**. 2011. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

LIMA, A. R. C. **Avaliação sensorial, química e microbiológica de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com polpas de frutas tropicais**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2012.

LIN, S.; CHOU, L.; CHIEN, Y.; CHANG, J.; LIN, C. Prebiotic Effects of Xylooligosaccharides on the Improvement of Microbiota Balance in Human Subjects. **Gastroenterology Research and Practice**, p. 1-6, 2016.

LOPES, D. C. F.; GERALDI, L. M.; AFONSO, W. D. O.; ORNELLAS, C. B. D.; SILVA, M. R.; CAMPOS, F. M.; GARCIA, E. S.; SILVESTRE, M. P. C. Development of a milk drink added of conjugated linoleic acid: Use of a sensory evaluation. **American Journal of Food Technology**, v.4, p.210-217, 2009.

MACKŮ, I., BUŇKA, F.; VOLDÁNOVÁ, B.; PAVLÍNEK, V. Effect of addition of selected cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p.2078–2084, 2009.

MAGALHÃES, K.T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G.V.M.; OLIVEIRA, J.M.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J.A.; ALMEIDA e SILVA, J.B.; SCHWAN, R.F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v.126, p.249-253, 2011.

MARQUES, A. P. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro lácteo e café solúvel com atividade probiótica**. 2012. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

MASUDA, T.; YAMANARI, R.; ITOH, T. The trial for production of fresh cheese incorporated probiotic lactobacillus acidophilus group lactic acid bacteria. **Milchwissenschaft**, v. 60, p. 167-171, 2005.

MATHIAS, T. R. S. **Desenvolvimento de iogurte sabor café: Avaliação sensorial e reológica**. 2011. 191 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

MEISEL, H. Overview on milk protein-derived peptides. **International Dairy Journal**, n. 5-6, v. 8, p. 363–373, 1998.

MENDEZ, M. H. M. **Tabela de Composição de Alimentos**. Rio de Janeiro: EdUFF, 2. ed., 41 p., 2001.

MORAES, J.; SILVA L. S. N.; BATISTA, A. L. D.; SOUZA, S. L. Q.; RAICES, R. S. L.; CRUZ, A. G.; BALTHAZAR, C. F. **Determinação de Compostos Voláteis em Iogurte Probiótico de Banana Enriquecido com Farinha de Banana Verde por Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massas (CG-EM)**, Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos, ISSN: 2447-2840, vol. 2, 2015.

MOREIRA, R. W. M.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; BERGAMASCO R.; PEREIRA, N. C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, n. 4, p. 435-438, 2010.

MUTANDA, T.; MOKOENA, M. P.; OLANIRAN, A. O.; WILHELMI, B. S.; WHITELEY, C.G. Microbial enzymatic production and applications of short-chain fructooligosaccharides and inulooligosaccharides: recent advances and current perspectives. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 41, n. 6, p. 893-906, 2014.

NCBI. National Center for Biotechnology Information. **PubChem Compound Database**, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/>, 2018.

OLIVEIRA, A. M.; KURIHARA, R. Y.; SILVA, F. F.; SILVA, F. G.; JÚNIOR, J. C. R.; BELOTI, V. Condições higiênico-sanitárias da produção de queijos tipo mussarela e minas frescal comercializados no norte do paraná. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 1, p. 40-47, 2017.

OLIVEIRA, M.N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu editora, 2009. 384p.

OLIVEIRA, V. M.; CORTEZ, M. A. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M. Avalia o sensorial de bebida láctea fermentada com diferentes concentra es de soro de queijo, enriquecida com ferro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, p.67-70, 2006.

PAIXÃO, L. A.; CASTRO, F. F. S. A coloniza o da microbiota intestinal e sua influência na saúde do hospedeiro. **Universitas: Ciências da saúde**, v. 14, n. 1, p. 85-96, 2016.

PALMIERI, N.; FORLEO, M. B.; SALIMEI, E. Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: an Italian case study. **Journal of Cleaner Production**, v.16, 2016.

PAN, D. D.; WU, Z.; PENG, T.; ZENG, X. Q.; LI, H. volatile organic compounds profile during milk fermentation by *Lactobacillus pentosus* and correlations between volatiles flavor and carbohydrate metabolism. **Journal Dairy Science**, v. 97, p. 624-631, 2014.

PARK, K.J.; LEITE, J.T.C. **Reologia**. [ftp://ftp.agr.unicamp.br/pub/disciplinas/fa 20/](ftp://ftp.agr.unicamp.br/pub/disciplinas/fa%20/). Reologia. UNICAMP.  ltima atualiza o em abril de 2001.

PASEEPHOL, T.; SMALL, D. M.; SHERKAT, F. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. **Journal of Texture Studies**, v. 39, n. 6, p. 617-634, 2008.
PAULA, J. C. J.; ALMEIDA, F. A.; PINTO, M. S.; TEODORO, V. A. M.; COSTA, R. G. B. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elabora o de bebida láctea pasteurizada. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 387, p. 13-20, 2012.

PELEGRINE, D. H. G.; CARRASQUEIRA, R. L. Aproveitamento das proteínas de soro do leite do enriquecimento nutricional de sucos vitaminados. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 1, 2008.

PENNA, A. L. B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Relations between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n. 1, p. 7-13, 2001.

PEREIRA, P. C. Milk nutritional composition and its role in human health. **Nutrition**, v. 30, n. 6, p. 619-627, 2014.

PINTO, M. S.; SOBRAL, D.; SILVA, P. H. F.; MAGALHÃES, F. A. R.; COSTA, R. G. B.; MACHADO, G. M.; TEODORO, V. A. M.; PAULA, J. C. J. **Aproveitamento do Soro de Queijo de Coalho na Elaboração de Bebidas Lácteas Fermentada e não Fermentada: adaptação de tecnologia, treinamento e capacitação de pequenos produtores da Região de Leme do Prado no Vale do Jequitinhonha – MG.** 2010.

POPPI, F. A.; COSTA, M. R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Soro de leite e suas proteínas: Composição e atividade funcional. **Revista de Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 2, p. 31-37, 2010.

POTTER, M C.; WIGGERT, D. C.; HONDZO, M.; SHIH, T. I. P. **Mecânica dos fluidos.** São Paulo: Cengage Learning, 1 ed., 2013.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 48-68, 2012.

RAI, D.; PANDEY, R. K.; MAURYA, A. K.; RAI, D. C.; KUMAR, D.; TIWARI, M. Characterization and Antioxidant Property of Cereal Enriched Bio-yoghurt. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 10, n. 4, p. 3071-3078, 2016.

RAO, M. A. **Rheology of fluid and semisolids food-principles and applications**, Maryland, USA, Aspen Publication, 1999.

RIBEIRO, O. A. S. **Bebida láctea fermentada elaborada com *Camellia sinensis*.** 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

ROESLER, R. **Estudo de frutas do cerrado brasileiro para avaliação propriedade funcional com foco na atividade antioxidante.** 2007. 218 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ROLIM, P. M. Development of prebiotic food products and health benefits. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2015.

ROSA, L. O. L. **Obtenção de peptídeos bioativos a partir de proteínas de soro de leite.** 2015. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.

SANDERS, M.E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v.8, n. 5-6, p. 341-347, 1998.

SCHLABITZ, C. **Aplicação de soro de ricota na elaboração de bebida láctea fermentada funcional**. 2014. 145 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia na Produção Industrial de Alimentos) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos**. São Paulo: Artiliber, 2006.

SHAH, N. P. **Yogurt in Health and Disease Prevention**. United States: Academic Press, 2017. 570 p.

SILVA, E. V. C. Elaboração de bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 01-09, 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 e Água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVEIRA, O. S. **Desenvolvimento de bebida láctea achocolatada de cabra contendo *Bifidobacterium lactis*, inulina e fruto-oligossacarídeos**. 2014. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SINGH, S.; SINGH, R. P. Métodos *in vitro* de ensaios de antioxidantes: uma visão geral. **Food Review International**, v. 24, n. 4, p.392-415, 2008.

SKRIVER, A.; STENBY, E., FOLKENBERG, D.M, RUNGE, M., AND BANG JENSEN, N. In International Dairy Federation (Eds.). **Fermented milk: Proceedings of the IDF Seminar on Aroma and Texture of Fermented Milk**, Kolding. Denmark, 2003.

SMID, E. J.; KLEEREBEZEM, M. Production of Aroma Compounds in Lactic Fermentations. **Annual Reviews Food Science Technology**, v. 5, p. 313–26, 2014.

STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; SMITH, A. K. Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. **Food Research International**, v.29, n.1, p.1-33, 1996.

SOUSA, C. S.; FERNANDES, B. C. T. M.; FERNANDES, P. H. S. Characterization of lactic drink pasteurized with added iron. **Revista Teccen**, v. 6, n. 1, p. 01-32, 2015.

SOUZA, T. S. P. **Caracterização físico-química de iogurte e bebida láctea fermentada.** 2015. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SZKARADKIEWICZ, A.K.; KARPINSKI, T. M. Probiotics and prebiotics. **Journal of Biology and Earth Sciences**, v. 3, n. 1, p. M42-M47, 2013.

TAGLIARI, M. **Influência de diferentes hidrocolóides no comportamento reológico de bebidas lácteas não fermentadas.** 2011. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011.

TANELLO, A. C. **Perfil de compostos voláteis e propriedades físicas e químicas de iogurte probiótico mantido sob refrigeração.** 2011. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

WANG, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p. 8-12, 2009.

WINTER, H. H., CHAMBON, F. Analysis of linear viscoelasticity of a crosslinking polymer at the gel point. **Jornal of Rheology**, v.30, p. 367–382, 1986.

XIAO, L.; NING, J.; XU, G. Application of xylo-oligosaccharide in modifying human intestinal function. **African Journal of Microbiology Research**. v. 6, p. 2116-2119, 2012.

YEO, S.; LIONG, M. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity and bioconversion of isoflavones by probiotics in soymilk supplemented with prebiotics. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, n. 61, v, 2, p. 161-181, 2010.

ZAINOLDIN, K. H.; BABA, A. S. The Effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on Physicochemical, Proteolysis, and Antioxidant Activity in Yogurt. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v.60, p. 361-366, 2009.

ZAVAREZE, E. R.; MORAES, K. S.; SALAS-MELLADO, M. L. M. Technological and sensory quality of cakes produced with milk whey. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 100-105, 2010.

ZARE, F.; BOYE, J. J.; ORSAT, V.; CHAMPAGNE, C.; SIMPSON, B. K. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. **Food Research International**, v.44, n. 8, p. 2482-2488, 2011.

ZHANG, Y.; WANG, G.; DONG, J.; ZHONG, C.; KONG, J.; LI, T.; HAN, Z. Analysis of Volatile Components in Strawberry Cultivars Xingdu 1 and Xingdu 2 and Their Parents. **Agricultural Sciences in China**. v. 8, n. 4, p. 441-446, 2009.

ZOURARI, A.; ACCOLAS, J. P.; DESMAZEAUD, M.J. Metabolism and biochemical characteristics of yoghurt bacteria. **Dairy Science and Technology**, v. 72, n. 1, p. 1-34, 1992.



Fernanda Pereira de Souza
Luiz Eduardo Pessoa dos Santos Castro
Mariana Nogueira Vivas Cardoso
Patrick Pinheiro dos Anjos
Adriano Gomes da Cruz
Marcia Cristina da Silva

**PRODUÇÃO ARTESANAL DE BEBIDA LÁCTEA
SABOR MORANGO ADICIONADA DE XILO-
OLIGOSSACARÍDEOS (XOS)**

**Rio de Janeiro, RJ
2018**

APRESENTAÇÃO

A série “Manuais do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFRJ” formulada por mestrandos do curso tem como objetivo disponibilizar informações técnicas à micro, média ou grandes indústrias e empresas ou até mesmo a pequenos produtores que desejam implementar ou melhorar as suas condições de processamento e/ou desenvolvimento de novos produtos.

Considerando a crescente preocupação com o tema: “Alimentos Funcionais” e a busca por uma alimentação saudável, percebe-se a necessidade em criar produtos que atendam a esse nicho de consumidores preocupados com uma ingestão equilibrada de diferentes nutrientes necessários ao bom funcionamento do organismo.

O manual de “PRODUÇÃO ARTESANAL DE BEBIDA LÁCTEA SABOR MORANGO ADICIONADA DE XILO-OLIGOSSACARÍDEOS (XOS)” vem para contribuir com mais uma opção de alimento funcional, atendendo a um mercado cada vez mais exigente, podendo vir a ser uma interessante opção econômica para as indústrias, por se tratar de um alimento com apelo de benefícios à saúde humana e com custos de produção reduzidos garantindo, ainda, que consumidores recebam produtos e serviços dentro dos padrões de qualidade aceitáveis e exigidos pela legislação brasileira.

INTRODUÇÃO

A busca da população por uma alimentação saudável e a prática de atividade física, nos dias de hoje, reflete no cuidado com a saúde, principalmente por conta do aumento de indivíduos diagnosticados com *diabetes mellitus*, hipertensão arterial, obesidade, dislipidemias, câncer, entre outras, uma vez que essas doenças crônicas não transmissíveis podem ser prevenidas ou controladas também através da alimentação.

Com isso, a indústria de alimentos percebeu a necessidade em criar produtos que atendessem a esses consumidores preocupados com a saúde. Logo, abriu-se espaço para uma área de pesquisa muito interessante na indústria alimentícia: os alimentos funcionais. Estes são considerados alimentos ou nutrientes que exercem algum efeito benéfico à saúde do indivíduo e ultrapassam o papel desempenhado pela nutrição tradicional, auxiliando na promoção de saúde. Dentre os compostos funcionais estudados pela ciência atualmente, estão: antioxidantes, fibras solúveis e insolúveis, probióticos e prebióticos. Esses dois últimos, utilizados principalmente, na área de produtos lácteos.

OBJETIVO

Tornar pública a produção artesanal da bebida láctea sabor morango, garantindo sua segurança microbiológica durante o processamento e armazenamento. Assim, tanto as empresas quanto os consumidores poderão ter acesso a mais uma opção de produto com apelo funcional, contribuindo então, com uma alimentação de qualidade e sem risco para o indivíduo.

SUMÁRIO

- 1. BEBIDA LÁCTEA**
- 2. ALIMENTOS FUNCIONAIS**
- 3. PREBIÓTICOS**
- 4. XILO-OLIGOSSACARÍDEOS (XOS)**
- 5. PRODUÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA**
 - 5.1 EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS
 - 5.2 PROCESSAMENTO
 - 5.3 ARMAZENAMENTO E VALIDADE
- 6. REFERÊNCIAS**

1. BEBIDA LÁCTEA

O que é uma bebida láctea?



Segundo a **Instrução Normativa N° 16/2005**, a Bebida Láctea é definida por:

Produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto.



Fonte: comofazertudo.blogspot.com

Podemos dizer que bebida láctea é um tipo de iogurte?

NÃO!!!

Iogurte:

- Ingrediente base é o leite;
- Fermentação é realizada com culturas de bactérias específicas (Streptococcus thermophilus e Lactobacillus bulgaricus);
- Possui composição nutricional semelhante ao leite.

Bebida láctea:

- Deve ser composta por, no mínimo, 51% de base láctea;
- É obrigatória adição de soro de leite;
- Pode ser fermentada ou não.

Vamos analisar as principais diferenças de acordo com a legislação:

Tabela 1. Diferenças entre Iogurte e Bebida Láctea.

DIFERENÇAS		
Iogurte	x	Bebida láctea
Fermentação por duas bactérias específicas: <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> ; <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> ;		Pode ser fermentado ou não. Não especifica o fermento lácteo a ser utilizado;
Os ingredientes opcionais não lácteos poderão estar presentes em proporção máxima de 30%;		A base láctea representa pelo menos 51% do total de ingredientes do produto;
Contagem de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo 10^7 UFC/g no produto final;		Contagem de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo 10^6 UFC/g no produto final;
Soro não é ingrediente obrigatório;		Soro é ingrediente obrigatório;
Não é permitida a adição de gordura de origem não láctea;		Permite-se a adição de gordura vegetal como ingrediente opcional;
Teor mínimo de proteína de origem láctea: 2,9g/100g. Dependendo da quantidade de polpa, esse valor deve ser reduzido proporcionalmente, não podendo ser menor que: 2,03g/100g;		Teor mínimo de proteína de origem láctea: 1g/100g;
O iogurte pode ser classificado de acordo com o teor de gordura em: integral, parcialmente desnatado ou desnatado, as quais devem constar nos rótulos do produto.		Deve constar no rótulo a expressão “CONTÉM SORO DE LEITE”. Deve constar a frase “BEBIDA LÁCTEA NÃO É IOGURTE”.
Fonte: IN N° 46/2007		Fonte: IN N° 16/2005

E o que é o soro de leite?

Na produção de queijo ocorre a geração do soro como resíduo, que é caracterizado como um líquido de cor verde amarelada, formado pela coagulação do leite por ação de ácidos ou enzimas proteolíticas.

Do ponto de vista nutricional, o soro de queijo é visto como importante fonte de nutrientes por possuir metade dos nutrientes presentes no leite: lactose, proteínas do soro (β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulinas e albumina de soro), vitaminas hidrossolúveis e sais minerais (PALMIERI *et al*, 2016; PRAZERES *et al*, 2012; POPPI *et al*, 2010).



<https://comidadaterra.wordpress.com/2011/07/10/leite-amor-queijo/>

Além disso, a fabricação de bebidas lácteas pode ser uma alternativa mais econômica para as indústrias, já que o soro gerado no processamento de laticínios é um grave problema de ordem ambiental quando descartado de maneira inadequada e ao utilizar este subproduto na produção de alimentos, diminui-se os custos com o tratamento deste resíduo, necessário antes da sua disposição no meio ambiente (PALMIERI *et al*, 2016).



<http://www.ptezel.xyz/whey-a-fonte-de-beleza.html>

2. ALIMENTOS FUNCIONAIS

O que são ALIMENTOS FUNCIONAIS?

Segundo a ANVISA (2016):

Alimentos com alegações de propriedade funcional podem “descrever o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e nas funções normais do organismo. As alegações podem, ainda, fazer referência à manutenção geral da saúde e à redução do risco de doenças”.



<https://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-antioxidantes/>

De um modo geral, para um alimento ser considerado funcional, além do previsto pela nutrição básica, deve ter constituintes em potencial que fortaleçam a saúde através de mecanismos que superam a nutrição tradicional, como as substâncias biologicamente ativas, por exemplo. Mas é importante destacar que

esse efeito se baseia na promoção da saúde e não na cura de doenças (GRANATO *et al*, 2010; ANVISA, 2002; SANDERS, 1998).

A resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002 da ANVISA, define como substância bioativa, “além dos nutrientes, os não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica”, encontradas em fontes alimentares, de origem natural ou sintética, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica. Seu consumo deve ser comprovadamente seguro.

3. PREBIÓTICOS

Em 1995, foi descrito um ingrediente alimentar não digerível que causava um efeito fisiológico positivo ao organismo, por estímulo do crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas no cólon, denominado de “prebiótico” (GIBSON e ROBERFROID, 1995). Além de estimular seletivamente a proliferação desses microrganismos, inibe a multiplicação de patógenos, equilibrando a microbiota intestinal, garantindo assim, benefícios adicionais à saúde do hospedeiro (FLESCH *et al*, 2014; SZKARADKIEWICZ e KARPINSKI, 2013; CALDERÓN *et al*, 2012; IANNITTI e PALMIERI, 2010).

Porém, em 2017, o conceito de prebiótico se expandiu para possivelmente incluir substâncias além dos carboidratos, aplicações em outros locais do corpo que não o trato gastrointestinal e diversas categorias além dos alimentos, mas mantendo a necessidade de mecanismos seletivos mediados pela microbiota. Sendo assim, sua definição compreende: “um substrato que é usado seletivamente por microrganismos hospedeiros que conferem um benefício para a saúde” (GIBSON *et al*, 2017).



<http://probioticoseprebioticos.com/probioticos-prebioticos-e-simbioticos-beneficios-e-informacoes/>

Diferente dos prebióticos, que promovem o crescimento preferencial de um número limitado de espécies bacterianas no cólon, os probióticos são microrganismos vivos, que administrados em quantidades adequadas, reforçam os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro. Assim, prebióticos agem intimamente relacionados com os probióticos, atuando como "alimento" dessas bactérias, que em simbiose, modulam a microbiota do intestino (FLESCH *et al*, 2014; CALDERÓN *et al*, 2012; SAAD, 2006).

Alguns dos prebióticos estudados hoje são os fruto-oligossacarídeos (FOS) e os galacto-oligossacarídeos (GOS). Além destes, os isomalto-oligossacarídeos (IMOs) e os xilo-oligossacarídeos (XOS), estão surgindo como potenciais fontes de prebióticos que também podem ser usadas na forma de ingredientes em alimentos funcionais (LIN *et al*, 2016).

Tabela 2. Propriedades funcionais de prebióticos em alguns alimentos

Aplicações	Propriedades funcionais
Iogurte e sobremesas	Substituição de açúcar, textura, paladar, fibras e prebióticos
Bebidas	Substituição de açúcar, paladar, estabilização de espuma e prebióticos

Pães e recheios	Substituição de gordura ou açúcar, textura, fibra e prebióticos
Produtos cárneos	Substituição de gordura, textura, estabilidade e fibras
Produtos dietéticos	Substituição de gordura ou açúcar, fibras e prebióticos
Bolos e biscoitos	Substituição do açúcar, a retenção de umidade, fibra e prebióticos

Fonte: Adaptado de WANG, 2009.

Tabela 3. Principais funções prebióticas

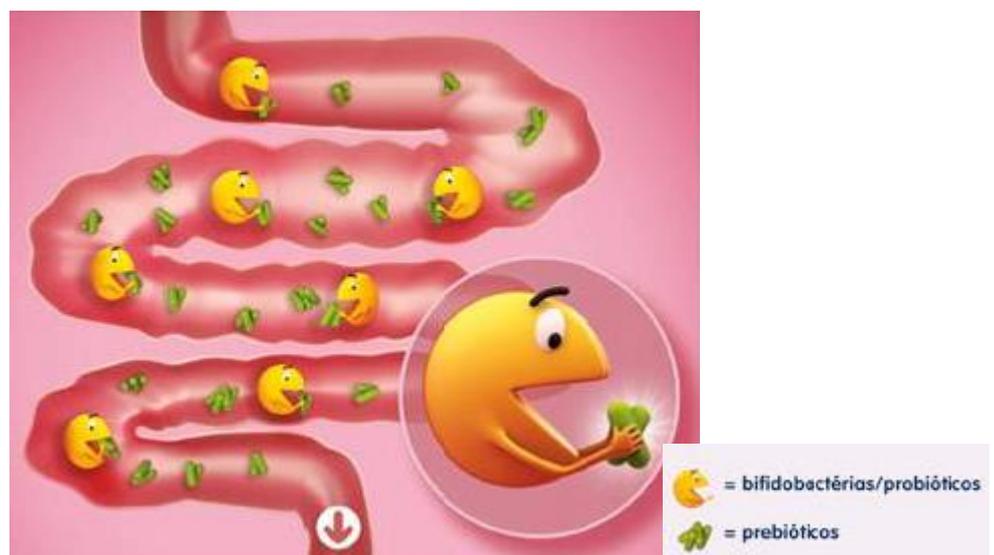
Funções dos prebióticos	
Aumenta a microbiota desejável no cólon	Reduz o risco de câncer
Melhora o controle glicêmico	Aumenta a absorção de cálcio e outros minerais
Aumenta folato e vitaminas do complexo B	Aumenta as evacuações
Reduz valor calórico	Aumenta resposta imune

Fonte: adaptado de ROLIM, 2015.

Diante disso, pode-se concluir que a utilização de compostos funcionais como os prebióticos, se apresenta como uma opção atrativa, devido todas as características tecnológicas que conferem aos alimentos e suas variadas possibilidades de promoção de saúde (ROLIM, 2015).

4. XILO-OLIGOSSACARÍDEOS (XOS)

Os xilo-oligossacarídeos (XOS) são oligômeros constituídos de unidades de xilose, com ligações β 1-4, com grau de polimerização variando entre 2 a 10 monossacarídeos e podem ser encontrados naturalmente em vegetais, frutos, mel e leite (BELORKAR e GUPTA, 2016; LIN *et al*, 2016). São considerados prebióticos, ou seja, carboidratos não digeríveis capazes de estimular crescimento de bactérias probióticas e inibir a multiplicação de bactérias patogênicas. A origem e processo de extração destes oligossacarídeos influenciam em sua composição (BELORKAR e GUPTA, 2016).



Uma das propriedades que classifica os xilo-oligossacarídeos como importantes ingredientes alimentares é apresentarem baixo poder adoçante. Ainda, são livres de calorias, já que dificilmente são hidrolisados pelas enzimas digestivas, não sendo utilizados como fonte energética, tornando-se seguros para diabéticos, por exemplo (DOMINGUEZ *et al*, 2014; MUTANDA *et al*, 2014).

Além de todas essas vantagens, estudos tem mostrado que os XOS também potencializam mecanismos de defesa; possuem efeitos anticancerígenos; melhoram a função imune do intestino, entre outras alegações de saúde que ainda precisam de mais pesquisas para validação (Figura 2) (BELORKAR e GUPTA, 2016; SAAD, 2006).



Figura 1. Funções dos XOS
Fonte: Adaptada de Belorkar e Gupta, 2016.

5. PRODUÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA

5.1. EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS

- Bacia plástica para higienização de utensílios
- Colheres de sopa
- Recipientes para pesagem individual dos ingredientes
- Balança de bancada
- Colher de servir para mistura da bebida
- Recipiente de vidro para mistura da bebida
- Panela de 20 litros (banho-maria)
- Termômetro de alimentos
- Fogão caseiro
- Garrafa de polietileno com tampa para armazenamento
- Geladeira

Higienização de utensílios:

1. Lavagem: Lave todos os utensílios com água corrente potável e sabão;

2. Enxágue;
3. Desinfecção por imersão em solução desinfetante: Em uma bacia plástica, dilua 10 mL (dez mililitros) ou 1 (uma) colher de sopa rasa de hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% (dois vírgula cinco por cento) para cada litro de água potável. Deixe os utensílios imersos na solução clorada por 20 minutos.
4. Enxágue.

OBS: É essencial que todas as garrafas de polietileno utilizadas para o armazenamento também sejam higienizadas adequadamente.

5.2. PROCESSAMENTO

Tabela 4. Formulação da bebida láctea com XOS

Base láctea	Quantidade (g/ml) por 100ml da base láctea
Leite	70
Soro de leite	30
Ingredientes adicionais (%)	
Açúcar	10,0
Polpa de fruta de morango	15,0
Corante natural	0,01
Xilo-oligosacarídeos	1,25

Conforme proporção demonstrada na Tabela acima, 1 (um) litro da base láctea da bebida funcional foi composta por:

- 700mL de leite integral UHT;
- 300mL de soro de queijo em pó reconstituído em água na concentração de 11% (33g de soro).

Foram adicionados ainda:

- 100g de açúcar
- 150g de polpa de morango
- 0,1mL de corante natural Carmim
- 12,5g de XOS

**FLUXOGRAMA DE ELABORAÇÃO DA
BEBIDA LÁCTEA:**



Envasar as bebidas em garrafas de polietileno com tampa



Armazenar sob refrigeração (5 °C)

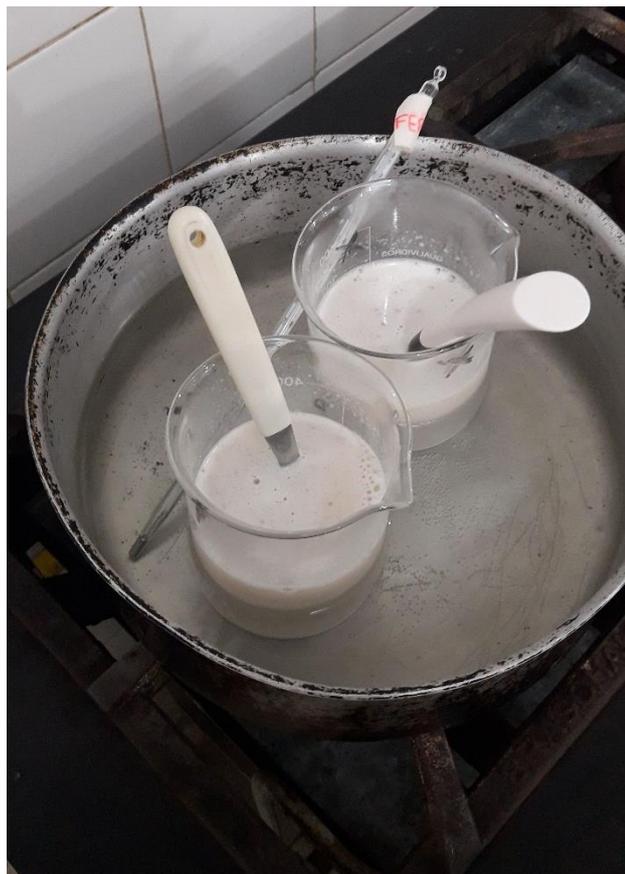


Figura 2. Pasteurização lenta de bebida láctea
Fonte: Foto tirada durante o processamento da bebida em laboratório de alimentos.

5.3. ARMAZENAMENTO E VALIDADE

A bebida láctea pasteurizada deverá ser mantida sob refrigeração a 5 °C por até 7 dias (MASSON e VIGANÓ, 2013). Após aberto, consumir imediatamente.

6. REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Lista de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde.** 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: ago. 2016.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde.** 2002. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/AGENCIAS/ANVISA/RS0002-070102.PDF>>. Acesso em: dez. 2017.

BELORKAR, S. A.; GUPTA, A. K. Oligosaccharides: a boon from nature's desk. **AMB Express**, v. 6, n. 82, p. 1-11, 2016.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 16 de 23 de agosto de 2005.** Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%2016-2005.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%2016-2005.pdf)>. Acesso em: ago. 2016.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007.** Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

CALDERON, E. G.; TEVES, P. M.; SALGADO, E. M. Probióticos, prebióticos y simbióticos en el síndrome de intestino irritable. **Acta Médica Peruana**, v. 29, n. 2, p. 92-98, 2012.

DOMINGUEZ, A.L.; RODRIGUES, L. R.; LIMA, N. M.; TEIXEIRA, J. A. An overview of the recent developments on fructooligosaccharide production and applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n. 2, p. 324-337, 2014.

FLESCH, A. G. T.; POZIOMYCK, A. K.; DAMIN, D. C. The therapeutic use of symbiotics. **Brazilian Archives of Digestive Surgery**, v. 27, n. 3, p. 206-209, 2014.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Modulação dietética da microbiota do cólon humano: introdução do conceito de prebióticos. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1401-12, 1995.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; SHAH, N. P. Produtos lácteos probióticos como alimentos funcionais. **Comprehensive Reviews in food science and food safety**, v. 9, p. 455-770, 2010.

IANNITTI, T.; PALMIERI, B. Therapeutical use of probiotic formulations in clinical practice. **Clinical Nutrition**, v. 29, n. 6, p. 701-725, 2010.

LIN, S.; CHOU, L.; CHIEN, Y.; CHANG, J.; LIN, C. Prebiotic Effects of Xylooligosaccharides on the Improvement of Microbiota Balance in Human Subjects. **Gastroenterology Research and Practice**, p. 1-6, 2016.

MASSON, A. P.; VIGANÓ, O. J. Bebida láctea com amaranto. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, v. 7, n. 2, p. 165-185, 2013.

MUTANDA, T.; MOKOENA, M. P.; OLANIRAN, A. O.; WILHELMI, B. S.; WHITELEY, C.G. Microbial enzymatic production and applications of short-chain fructooligosaccharides and inulooligosaccharides: recent advances and current perspectives. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 41, n. 6, p. 893-906, 2014.

PALMIERI, N.; FORLEO, M. B.; SALIMEI, E. Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: an Italian case study. **Journal of Cleaner Production**, v.16, 2016.

POPPI, F. A.; COSTA, M. R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Soro de leite e suas proteínas: Composição e atividade funcional. **Revista de Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 2, p. 31-37, 2010.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 48-68, 2012.

ROLIM, P. M. Development of prebiotic food products and health benefits. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2015.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.

SANDERS, M.E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.8, p.341-347, 1998.

SZKARADKIEWICZ, A.K.; KARPINSKI, T. M. Probiotics and prebiotics. **Journal of Biology and Earth Sciences**, v. 3, n. 1, p. M42-M47, 2013.

WANG, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p. 8-12, 2009.