



unopar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LEITE E DERIVADOS**

CARLA MANFRINATO SIROTTI

**USO DA ALFARROBA E INULINA NO DESENVOLVIMENTO DE
FROZEN YOGURT COM LEITE DE OVELHA**

Londrina
2016

CARLA MANFRINATO SIROTTI

**USO DA ALFARROBA E INULINA NO DESENVOLVIMENTO DE
FROZEN YOGURT COM LEITE DE OVELHA**

Dissertação apresentada à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados.

Orientadora: Profa. Dra. Joice Sifuentes dos Santos

Londrina

2016

CARLA MANFRINATO SIROTTI

**USO DA ALFARROBA E INULINA NO DESENVOLVIMENTO DE
FROZEN YOGURT COM LEITE DE OVELHA**

Dissertação apresentada à UNOPAR, no Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, área e concentração em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferido pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Dra. Cíntia Hoch Batista de Souza
Universidade Norte do Paraná

Profa. Dra. Giselle Aparecida Nobre Costa
Universidade Norte do Paraná

Profa. Dra. Karla Bigetti Guergoletto
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 19 de Dezembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado a oportunidade e forças para a realização de mais um sonho.

Ao meu esposo Sérgio Ricardo Sirotti, pela paciência compreensão e principalmente apoio ao longo de todo o percurso.

As minhas orientadoras Dra. Joice Sifuentes dos Santos e Dra. Cinthia Hoch Batista de Souza, por toda paciência e dedicação em fazer as correções bem como instruir-me para que o trabalho se desenvolvesse da melhor forma possível.

A CAPES, pelo auxílio financeiro.

A FUNADESP, pelo apoio através dos alunos de Iniciação científica.

Aos meus queridos “tios de coração”, Toninha e Dirço, por todo apoio.

A Joyce Valle, Kaio Maciel, Patrícia, José e Gabriela, pela ajuda nas análises, pois sem eles com certeza teria sido mais difícil.

A minha querida “Mãe” Fátima, Janaína, Renata e Lourdes, pela paciência, oração e motivação.

Nós somos o que fazemos repetidamente, a excelência não é um feito, e sim, um hábito.

Aristóteles

SIROTTI, Carla Manfrinato. **Uso da alfarroba e inulina no desenvolvimento de frozen yogurt com leite de ovelha**. 2016. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2016.

RESUMO

Desenvolver alimentos que sejam benéficos à saúde é de extrema importância para a indústria de alimentos. Para isso, uma das estratégias é a utilização de ingredientes menos convencionais. O leite de ovelha é rico em nutrientes e a alfarroba tem sido utilizada como substituto do cacau. Já a inulina atua como substituto de gordura sem alterar a textura do produto. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina. O produto foi desenvolvido a partir de iogurte com diferentes concentrações de alfarroba e inulina, bem como a adição e homogeneização dos outros ingredientes ao produto com batimento a baixa temperatura (sorveteira), envase e congelamento a -18°C . Foram feitas 3 formulações (F1, F2 e F3) sendo uma controle (leite integral) e duas (leite semi-desnatado) com diferentes concentrações de inulina. Foram realizadas análises físico-químicas, pH, acidez, dureza, composição centesimal, taxa de derretimento, *overrun* e microbiológicas (contagem de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, coliformes totais, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus coagulase positiva*) e análise sensorial. A análise sensorial foi através de escala hedônica de 9 pontos (gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo) para a análise sensorial, além da intenção de compra em uma escala de 0 a 5 pontos (certamente não compraria a certamente compraria). Verificou-se a viabilidade das bactérias lácticas no *frozen yogurt* no tempo de vida do produto nos dias 1, 15, 30 e 60. Os resultados obtidos dos diferentes tratamentos foram comparados através de ANOVA e Teste de Tukey ($p < 0,05$). Observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) na composição centesimal em relação a gordura nas 3 formulações, visto que foi utilizado quantidades de gordura diferentes entre as formulações, além da adição de inulina. Porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações para pH, acidez, *overrun*, taxa de derretimento e dureza. As análises de bactérias lácticas mostraram-se viáveis em todo tempo de vida de prateleira (acima de 10^7), e os contaminantes estiveram ausentes. O *frozen yogurt* apresentou características sensoriais diferenciadas nas três formulações, obtendo maior grau de satisfação na formulação com leite semi-desnatado e inulina (acima de 68%) para todos os parâmetros avaliados. No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, novos estudos com leite de ovelha e alfarroba são necessários.

Palavras-chave: Leite ovino. Gelado comestível. Fibra solúvel. Substituto de cacau.

SIROTTI, Carla Manfrinato. **Uso da alfarroba e inulina no desenvolvimento de frozen yogurt com leite de ovelha**. 2016. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) - Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2016.

ABSTRACT

To development of food with beneficial features to health is of extreme importance to the food industry. One of the strategies is the use of less conventional ingredients. The sheep milk has aroused the scientific attention due its nutritional composition and its high output. Carob has been used as a cocoa replacer, is also rich in nutrients and has cocoa taste. Inulin acts as a fat replacer without changing texture of the traditional product. This work had as the objective of to develop a *frozen yogurt* from sheep milk, carob and inulin. The *frozen yogurt* was developed from the yogurt with different concentrations of carob and inulin, as the addition and homogenization of other ingredients to the product with low temperature beating (ice cream making), filling and freezing at -18°C . Three formulations (F1, F2, and F3) were developed, being one control (whole milk from sheep) and two (semi-skimmed milk) with different concentration of carob and inulin. Physic-chemical characteristics, *overrun* and microbiologic counting (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbruckii spp. Bulgaricus*, *Coliformes totais*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* and *Staphylococcus coagulase positive*) were analyzed, as well as sensory analysis. The 9-point hedonic scale test was used (I liked very much to dislike it very much) for the sensory analysis, besides the intention to buy on a scale of 0 to 5 points (certainly would not buy it would certainly buy it). The viability of lactic acid bacteria in the *frozen yogurt* was checked during 1, 15, 30 and 60 days. The average results of tree formulations were compared by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$). Significant differences ($p < 0.05$) were observed in the centesimal composition with respect to fat in the three formulations since different amounts of fat were used between the formulations in addition to the addition of inulin. However, there was no significant difference ($p > 0.05$) between pH, acidity and *overrun* analysis, melt rate and hardness for the three formulations. Analyzes of lactic acid bacteria showed to be viable throughout shelf life, and contaminants were absent. The *frozen yogurt* presented different sensorial characteristics in the three formulations, obtaining a higher degree of satisfaction in the formulation with semi skimmed milk and inulin (above 68%) for all the evaluated parameters. However, because it is an innovative work in the development of food products, new studies with sheep's milk and carob are necessary.

Key words: Sheep milk. Eatable ice. Soluble fiber. Cocoa Substitute.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	09
2.1 Iogurte.....	09
2.2 <i>Frozen yogurt</i>	10
2.3 Leite de ovelha.....	11
2.4 Prebiótico	12
2.4.1 Inulina	13
2.5 Alfarroba	14
REFERÊNCIAS	16
3 OBJETIVOS	22
4 ARTIGO	23
CONCLUSÃO GERAL	42

1 INTRODUÇÃO

Com um consumidor mais exigente e preocupado com a saúde, desenvolver novos produtos alimentícios tem se tornado necessário dentro da indústria de alimentos. Os ingredientes variam desde os mais naturais até aqueles que auxiliam no bom funcionamento do organismo (SIRÓ et al., 2008). A alfarroba vem sendo estudada como substituto do cacau, pois, além de apresentar-se com sabor adocicado, é rica em nutrientes e pode ter um efeito preventivo nos níveis elevados de colesterol total e fração lipoproteína de baixa densidade (LDL) (ZUNFT et al., 2003).

O leite de ovelha é um alimento com elevado teor de proteína e gordura, porém é muito pouco consumido na sua forma natural. Geralmente é usado no desenvolvimento de queijos e iogurtes, confere sabores agradáveis e alto valor de mercado aos seus produtos (PELLEGRINI et al., 2013).

As fibras têm se tornado cada vez mais comuns no desenvolvimento de produtos alimentícios pelos efeitos benéficos a saúde, além disso, algumas participam como substitutos de gordura e são consideradas prebióticas (GUIGOZ et al., 2002; BRASIL, 2001).

O *frozen yogurt* apresenta-se como um alimento fermentado por micro-organismos específicos que melhoram a saúde do consumidor, além de outros ingredientes adicionados para se obter as características de um sorvete clássico (SANDERS, 2003). Comparado ao gelado tradicional, observa-se que o teor de gordura e dulçor é menor e o tempo de vida de prateleira pode ser maior, devido ao menor teor de gordura (ALVES et al., 2009). Além disso, a utilização de adoçantes culinários sozinhos ou combinados com a sacarose na elaboração de *frozen yogurt* pode reduzir a quantidade total de calorias.

Diante da inovação no desenvolvimento de produtos alimentícios, foi proposto neste trabalho um *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Iogurte

Iogurte é um alimento obtido através de fermentação realizada com micro-organismos protosimbióticos *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, podendo ou não acompanhar de forma complementar outras bactérias ácido-láticas que não alterem as características do produto final (BRASIL, 2007). Para que este alimento seja considerado iogurte, as culturas dos micro-organismos citados anteriormente devem estar em todo período de vida de prateleira do produto, assegurando os benefícios ao consumidor (TAMIME et al., 2005).

O aumento de *S. thermophilus* é consequência dos aminoácidos livres e peptídeos liberados pela degradação das proteínas do leite pela ação do *L. bulgaricus*. Já a produção de ácido fórmico e gás carbônico liberado dificulta o crescimento destes lactobacilos (DRIESSEN; KINGMA; STADHOUDERS, 1982). O *L. bulgaricus* acidifica o meio e auxilia no desenvolvimento da viscosidade, sabor e aroma característicos do produto (HOLS et al., 2005).

Durante a fermentação, há consumo de lactose e produção de ácido láctico em uma temperatura de 40 a 44°C/4-5 h, ocorrendo redução de pH de 5,2 para 4,6. Isso faz com que haja uma desestabilização das micelas de caseína e uma ótima coagulação, conferindo textura e sabor levemente ácido, além de inibir o crescimento de micro-organismos patogênicos. Após, o leite coagulado é rapidamente resfriado para diminuir o processo de fermentação (VAN DE WATER, 2003). No iogurte pronto, a carga total de micro-organismos viáveis para o consumo deve ser de no mínimo 10^7 UFC/g (BRASIL, 2000).

O iogurte pode ser classificado de acordo a matéria gorda em: com creme (base láctea com matéria gorda de 6,0g/100g); integral (base láctea com matéria gorda mínima de 3,0g/100g); parcialmente desnatado (base láctea com matéria gorda máxima de 2,9g/100g) e desnatado (base láctea com matéria gorda máxima de 0,5g/100g) (BRASIL, 2000). Quanto ao processo de fabricação, podem ser classificados como iogurte natural, onde a fermentação ocorre dentro da embalagem, e iogurte batido, cuja fermentação se desenvolve em tanques, podendo ser adicionado ou não de frutas, geleias e polpas (BRASIL, 2000).

Esse alimento apresenta-se com boa aceitação devido aos seus benefícios nutricionais e de saúde, pois apresentam ação antagônica sobre muitas bactérias patogênicas e auxiliam em doenças digestivas e no aumento da microbiota intestinal após longos períodos de uso de antibióticos. Também melhoram a ação de proteínas e enzimas digestivas no organismo humano, aumentam a absorção de cálcio, ferro e fósforo. Além disso, possui cremosidade, sabores e variedades que pode atingir vários tipos de paladares (PIAIA et al., 2003).

2.2 Frozen yogurt

Gelados comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo (BRASIL, 2000).

O *frozen yogurt* é um produto obtido basicamente com leite, submetido a fermentação láctea através da ação do *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, ou a partir de iogurte, com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2000).

Há relatos que tenha surgido em meados de 1970 (KNUPP, 1979). Este gelado apresenta-se como um flavorizado desenvolvido em equipamentos próprios e com incorporação de aproximadamente 50% de ar até o *overrun* (aumento de volume do frozen, rendimento total do produto). Após a fermentação, os outros ingredientes são adicionados, a massa então é batida e congelada, assemelhando-se ao sorvete (TAMINE; ROBINSON, 2007).

De sabor leve e refrescante, esse alimento vem sendo uma opção de consumo ao sorvete tradicional, principalmente para portadores de obesidade, doenças cardiovasculares e intolerantes à lactose, devido ao menor teor de gordura (3,5% a 6%) e baixo teor de lactose em sua composição devido a fermentação, se comparado ao sorvete tradicional (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

Os ingredientes usados no desenvolvimento do sorvete também podem ser utilizados para o *frozen yogurt*. A função principal dos estabilizadores para esse produto é de evitar a recristalização, pois melhoram a incorporação e a distribuição

das células de ar, melhorando corpo e textura, retardando o desenvolvimento de cristais de gelo e lactose, devido a oscilações de temperatura no armazenamento (GOFF; HARTEL, 2004).

O ar é fundamental na fabricação do gelado, pois contribui com cerca de 50% da formulação no processo de aeração. Este fica armazenado ao redor dos glóbulos de gordura (SAWYER, 1969). A água também possui papel importante, pois os cristais de gelo dão a consistência e auxiliam na sensação do sabor, porém devem ser pequenos, para que não desestabilize e altere o produto (PEREDA, 2005).

O açúcar auxilia na redução do ponto de congelamento, pois forma uma solução com água. Conforme ocorre o aumento de concentração deste carboidrato, há redução de água para se dissolver com outros componentes solúveis, reduzindo desta maneira o tempo de batimento do produto, aumentando a viscosidade e textura, deixando o produto mais palatável, cremoso e adocicado, auxiliando na diminuição dos cristais de gelo e reduzindo a percepção de frio (MARSHALL; HARTEL, 2000).

O uso de adoçantes de modo total ou parcial nos alimentos tem sido cada vez mais utilizado, devido ao consumidor estar mais consciente em relação a saúde e buscar produtos alimentícios com menores teores de sacarose e calorias em sua composição (RAMACHANDRAN, 2004).

2.3 Leite de ovelha

O leite de ovelha tem despertado a atenção científica pela sua composição nutricional. Este alimento possui maior quantidade de sólidos, proteínas e lipídeos quando comparado com outras espécies produtoras de leite, e tem sido utilizado para o desenvolvimento de produtos lácteos como queijos finos e iogurtes de excelente rendimento por litro de leite (PELLEGRINI et al., 2013).

O leite ovino ocupa 4º lugar na produção mundial depois do leite bovino, bubalino e caprino (EMBRAPA, 2015). No Brasil, a produção de leite ovino ainda é pequena, sendo que a maioria dos produtos consumidos por brasileiros são importados, tornando-se um mercado em constante expansão de crescimento e alto valor agregado (FERREIRA, 2011). Em países onde há consumo deste alimento, produtos como queijo são consumidos tradicionalmente pela população (HAENLEIN, 2001).

Em se tratando de composição nutricional do leite de ovelha, podemos observar que se apresenta rico em gorduras (ácidos graxos monoinsaturados e essenciais),

proteínas, cálcio, ferro, manganês, fósforo, zinco e vitaminas, e apresenta em média 19% de sólidos totais, 10,3% de sólidos desengordurados (5,6% de proteína, 4,6% de caseína e 4,7% de lactose) e 7,6% de gordura (PARK et al., 2007). Esse leite pode apresentar diferenças na composição química a partir da raça, tempo de lactação, clima, período de ordenha e alimentação (SOUZA et al., 2005).

A cor branca característica deste alimento é devido à ausência de caroteno na parte gordurosa do leite. Possui alta digestibilidade (devido aos glóbulos de gordura menores quando comparados com o leite de vaca, desta forma há maior superfície de contato para enzimas digestivas atuarem, facilitando a digestão), alto valor biológico, além de ser alcalino (menos agressivo ao organismo) e pouco alergênico, devido à baixa quantidade de proteína tipo caseína α_1 , promovendo benefícios à saúde (PARK et al., 2007; MARTINI; ALTOMONTE; SALARI, 2012; JENNESS, 1980).

2.4 Prebiótico

Entende-se como prebiótico componentes alimentares não-digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro pelo estímulo seletivo da proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon. Adicionalmente, podem inibir a multiplicação de patógenos, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro. Podem incluir féculas, fibras dietéticas, outros açúcares não-absorvíveis, álcoois do açúcar e oligossacarídeos, sendo o último encontrado como componente natural de vários alimentos, como frutas, vegetais, leite e mel (BRASIL, 1999).

Os prebióticos aumentam a multiplicação de bactérias benéficas, como as bifidobactérias e os lactobacilos, que são conhecidos pelo benefício à saúde humana, reduzindo a atividade de organismos possivelmente patogênicos (ROBERFROID; BLAUT, 2002). Alguns prebióticos, além dos oligossacarídeos, são inulina, frutooligossacarídeos (FOS) e a lactulose (SHERMAN et al., 2010).

Dentre os nutrientes considerados funcionais, a inulina tem se destacado, extraída da raiz da chicória, de baixo valor calórico, caracteriza-se por ser uma fibra dietética solúvel, auxiliando na substituição de gordura na produção de gelados comestíveis (SAAD; CRUZ; FARIA, 2011).

2.4.1 Inulina

A inulina é um frutano devido a se apresentar por cadeias lineares de frutose (VAN LOO et al., 1995). Devido a sua estrutura com ligações β 2-1, é altamente resistente a hidrólise enzimática salivar e algumas enzimas intestinais (KELLY, 2008). Considerada fibra funcional devido aos seus efeitos fisiológicos no organismo humano, deve estar presente no alimento pronto para consumo em uma concentração de 3g/100g para receber esta alegação (BRASIL, 1999; MADRIGAL; SANGRONIS, 2007).

Alguns alimentos naturais como trigo, banana, cebola, alho e alho poró são fontes de inulina, porém industrialmente ela é extraída da raiz de chicória (*Cichorium intybus*). Vários são os benefícios desta fibra, podendo auxiliar na mineralização óssea, redução da obesidade, controle da glicemia e lipídeos séricos, doença do fígado gorduroso, melhorar a imunidade e o metabolismo e auxiliar na prevenção do câncer de cólon (KELLY, 2009).

O câncer de intestino, especialmente o de cólon, é considerado uma das morbimortalidades mais frequentes em homens e mulheres. Em um estudo com ratos, a administração de inulina e oligofrutose na dieta diminuiu irregularidades apresentadas no cólon quando comparados com ratos controle, tendo destaque para a dieta com inulina, onde se observou irregularidades menores do que a dieta com oligofrutose (KAUR; GUPTA, 2002). Essas fibras podem ter potencial anticarcinogênico, provavelmente pela modificação da microbiota do cólon (ROBERFROID, 2002).

Em outro estudo realizado com 28 ratos machos adultos induzidos a hipercolesterolemia e dieta suplementada de inulina concentrada durante 28 dias, observou-se redução no perfil lipídico e glicídico comparado com o grupo controle (MELO et al., 2007).

A inulina tem se mostrado interessante quando substituta parcial de gordura. Quando utilizada em produtos com alta quantidade de água, como os alimentos lácteos, se assemelha a gordura (ZIMERI; KOKINI, 2003). Jakubczyk e Kosikowaka (2000) demonstram em seu estudo que 1 g de inulina tem a capacidade de substituir 4 g de gordura em produtos alimentícios.

No desenvolvimento de iogurte, ao se adicionar essa fibra, pode-se observar que o comportamento reológico esteve bem similar ao mesmo produto com gordura, além disso não houve diferença significativa quando comparado os dois produtos

(com fibra e gordura) sensorialmente (PASEEPHOL et al., 2008). Queijos tipo mussarela e fresco também não tiveram alteração sensorial quando utilizados na proporção de até 10% (GIJS et al., 2000).

Nos gelados comestíveis, a textura é a que envolve as maiores percepções gustativas: arenosidade, cremosidade, maciez e corpo, interligados diretamente ao pH, quantidade de gordura e tamanho dos cristais de gelo no produto. A inulina tem poder de influenciar na textura, aeração, cremosidade e viscosidade, mesmo que esteja em baixa quantidade (KIP et al., 2006).

2.5 Alfarroba

Ceratonia silíquia L. é uma árvore típica do Mediterrâneo, conhecida como alfarrobeira. É uma leguminosa que se assemelha ao feijão, pois também se desenvolve dentro de vagens. Após a moagem e a torrefação, as vagens produzem uma farinha de coloração marrom escura, muito semelhante ao cacau (YOUSIF; ALGHZAWI, 2000).

A alfarroba é rica em nutrientes como carboidratos (sacarose, glicose e frutose), proteínas e minerais, como potássio, ferro, cálcio e magnésio (ÖZCAN;ARLAN; GONÇALIK, 2007). Além disso, não apresenta em sua composição fatores antinutricionais como cafeína e teobromina, substâncias estimulantes presentes no cacau, que se consumidas em altas doses podem liberar íons cálcio intracelular causando tremores involuntários, aumento da pressão arterial e consequentemente aumento dos batimentos cardíacos, e se destaca pelo baixo custo na sua produção (OWEN et al., 2003; HOLMEREN; NORDÉN-PETTERSSON; JOHAN, 2004).

A goma presente no endosperma da semente da leguminosa é muito utilizada na indústria de alimentos e indústria farmacêutica, pois tem sido considerada como um aditivo natural (SANDOLO et al., 2007). Há autores que descrevem o benefício da alfarroba para a saúde. Mais de 41 compostos fenólicos, com grande capacidade antioxidante foram encontrados (PAPAGIANOPOULOS et al., 2004).

Estudos mostram a alfarroba sendo adicionada como substituto do cacau em vários alimentos, como bolachas, bolos, sobremesas, massas, bebidas lácteas, além de poder ser um dos ingredientes para a fabricação de gelados comestíveis (MEDEIROS; LANNES, 2009; PEREIRA et al., 2011).

O uso de alfarroba em pó no trabalho de Sabatini (2001) para o desenvolvimento de sorvete demonstrou que a alfarroba é rica em carboidratos e proteínas, pobre em gorduras e possui alto teor em fibras, além de ter quantidades elevadas de potássio, cobre, ferro e magnésio. Foi constatado sensorialmente que o índice de aceitabilidade atingiu mais de 87% para todos os atributos analisados (aparência, sabor, textura e aspecto global).

Outro autor descreve sobre a utilização do extrato de farinha de alfarroba na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados com dois tipos de solventes (acetona 70% e água). Foi avaliado o efeito do extrato obtido com maior capacidade antioxidante na estabilidade oxidativa e na coloração do produto. Observou-se que os extratos de alfarroba adicionados aos hambúrgueres nas diferentes concentrações proporcionaram estabilidade oxidativa, porém em ambos houve escurecimento do hambúrguer ao longo do tempo (ROSA et al., 2013).

REFERÊNCIAS

ALVES, L.L.; RICHARDS, N.S.P.S.; BECKERL, L.V.; ANDRADE, D.F.; MILANIL, L.I.G.; REZERL, A.P.S.; SCIPIONILL, G.C. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2595 – 2600, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. 10 jan. 2001. Disponível em: <http://www.e-legis.anvisa.gov.br/leisret/public/showAct.php?id=144>. Acesso em 26 out. 2016.

BRASIL. Resolução n.5, de 13 de novembro de 2000. A Secretaria de defesa Agropecuária, departamento de Inspeção de produtos de Origem Animal – DIPOA-determina a entrada em vigor dos “padrões de identidade e qualidade de leites fermentados”. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jan.2001. Seção 1, p.19-22. [Republicado nesta data por ter saído com incorreção no original, DOU de 27/11/00.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 20, de 15 de maio de 2016. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Instrução normativa n. 30, de 18 de maio de 2015. cnpqgl.embrapa.br. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

DRIESSEN, F.M.; KINGMA, F.; STADHOUDERS, J. Evidence that *Lactobacillus bulgaricus* in yogurt is stimulated by carbon dioxide produce by *Streptococcus thermophilus*. **Milk Dairy Journal**, Netherlands, v.36, n.2, p.135, 1982.

EARLY, R. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1998.

FERREIRA M.C.I. Produção e composição do leite de ovelhas Santa Inês e mestiças Lacaune e Santa Inês e desenvolvimento de seus cordeiros. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.27, n.63, p.530-533, 2011.

GIJS, L., G.; PIRAPREZ, P.; PERPÉTE, S.; SPINLER, S.; COLLIN, S. Retention of sulfur flavours by food matrix and determination of sensorial data independent of the medium composition. **Food Chemistry**, Belgium, n.69, p.319-330, 2000.

GOFF, H.D.; HARTEL R.W. Ice cream. 7th ed. New York: Springer, 2004.

GUIGOZ, Y.; ROCHAT, F.; PERRIUSSEAU-CARRIER, G.; ROCHAT, J.; SCHIFFRIN, E.J. Effects of oligosaccharides on the faecal flora and non-specific immune system in elderly people. **Nutrition of Research**, Tarrytown, v. 22, p. 13-25, 2002.

HAENLEIN, G.F.W. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. **Journal of Dairy Science**, England, v.84, n.9, p.2097-2115, 2001.

HOLMGREN, P.; NORDÉN – PETTERSSON, L.; AHLNER, J. Caffeine fatalities – four case reports. **Forensic Science International**, v.139, p.71-73, 2004.

HOLS, P.; HANCY, F.; FONTAINE, L.; GROSSOID – B.; PROZZI, D.; LEBLOND – BOURGET, N.; DECARIS, B.; BOLOTIN, A.; DELORME, C.; EHRILICH, D.; GUE'DON, E.; MONNET, V.; RENAULT, P.; KLEEREBEZEM, M. New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophiles* revealed by comparative genomics. **FEMS Microbiology Reviews**, v.29, p.435-463, 2005.

JAKUBCZYK, E.; KOSIKOWSKA, M. New generation of fermented dairy products with prebiotics and probiotics, synbiotic products. **Przegląd Mleczarski**, v.13, n.4, p.13-18, 2000.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.57 p.1605-1630, 1980.

KAUR, N.; GUPTA, A.K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal Bioscience**, v.27, p.703-714, 2002.

KELLY, G. Inulin-type prebiotics – a review. Part 1. **Alternative Medicine Review**, v.13, n.4, p.315-329, 2008.

KELLY, G. Inulin-type prebiotics: A review (Part 2). **Alternative Medicine Review**, v.14, n.5, p.36-55, 2009.

KIP, P., D.; MEYER, R. H.; JELLEMA. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *Int. Dairy Journal*, v.16, n.9, p.1098-1103, 2006.

KNUPP, J.R. Frozen yogurt. *Culture Dairy Production Journal*, v.14, n.9, p. 16 – 19, 1979.

MADRIGAL, L.; SANFRONIS, E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.57, n.4, p.387-396, 2007.

MARTINI, M.; ALTOMONTE, I.; SALARI, F: Relationship between the nutritional value of fatty acid profile and the morphometric characteristics of milk fat globules in ewe's milk. *Small Ruminant Research*, v.105, p.33–37, 2012.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. *Ice Cream*. 6. ed. New York: Aspen Publishers. 2003.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 2, p. 247-253, 2009.

MELO, S. S. D; BARBIERI, F.; BONA, C.; BARRETA, C. Administração de yacon e inulina concentrada na dieta de ratos adultos induzidos à hipercolesterolemia. *Nutrire*, v. 32, n.3, p. 264-269, 2007.

OHMES, R.L. et al. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.1222-1228, 1998.

OWEN, R. W. et al. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food and Chemical Toxicology*, v. 41, n. 12, p. 1727-1738, 2003.

ÖZCAN, M. M.; ARLAN, D.; GOKÇALIK, H. Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *International Journal Food Science Nutrition*, v. 58, n. 8, p. 652- 658, 2007.

PAPAGIANNPOULOS, M.; WOLLSEIFEN, H.R; MELLENTHIN, A.; HABER, B.; GALENSA, R. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/ MSn. *Journal Agriculture Food Chemistry*, v. 52, n. 12, p. 3784-3791, 2004.

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.

PARK, Y. W.; JUAREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Hysicochemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**. v. 68, p. 88–113, 2007.

PELLEGRINI, L.G.; GUSSO, A.P.; CASSANEGO, D.B.; MARRANNA, P.; RICHARDS, N.S.P.S. **Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 394, p. 11-18, 2013.

PENNA, C.F.A.M. Características produtivas, composição físico-química do leite de ovelhas, rendimento de fabricação e aceitação de queijos tipo minas maturado feito com leite de ovelhas. **Escola de Veterinária**, Belo Horizonte: UFMG p.63-68, 2011.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos**, São Paulo: Artmed, v.2, 2005.

PEREIRA, C.A.M.; SABATINI, D.R.; SILVA, K.M.; PICINIM, M.E.; DEL SANTO, V.R, SOUZA, G.B. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.1, p.32-39, 2005.

RAMACHANDRAN, A. Diabetes and obesity - the Indian angle. **Indian Journal of Medical, Asian**, v.6, n.4, p.156-162, 2004.

SAWYER, W. H. Complex between β -lactoglobulin and κ -casein: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 52, n. 9, p. 1347-1363, 1969.

ROBERFROID, M.B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105-10, 2002.

ROSA, C. S.; KUBOTA, E.; STEIN, M.; NOGARA, G.P.; VIZZOTTO, M. Avaliação do efeito de extrato de farinha de alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados. **Seminário de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 93-98, set./out. 2013.

SAAD, S.M.I.; CRUZ, A.G.; FARIA, J.A.F. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos:**

fundamentos e aplicações tecnológicas. São Paulo: Editora Varela, cap.1, p.23-451,2011.

SABATINI, D.R.; SILVA, K.M.; PICININ, M.E.; DEL SANTO, V.R.; SOUZA, G.B.; PEREIRA, C.A.M. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.1, p. 129-136, 2011.

SANDOLO, C. et al. Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery. **European Biophysics Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p.43-56, 2005.

SIRÓ, I.; KAPOLNA, E.; KAPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional Food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review'. **Appetite**, v. 51, n. 3, p.456-467, 2008.

SOUZA, A.C.K.O.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; OLIVEIRA, N.M.; VAZ, C.M.S.; SOUZA, M.; CORRÊA, G.F. Produção, composição química e características físicas do leite de ovinos da raça corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 1, p. 73-77, 2005.

SHERMAN, P.M.; CABANA, M.; GIBSON, G.R. Potential roles and clinical utility of prebiotics in newborns, infants, and children: Proceedings from a global prebiotic summit meeting. **Journal of Pediatric**, New York City, June. 2010.

TAMINE, A.Y., SAARELA, M.; SONDERGARD, A.K.; MISTRY, V.V.; SHAH, N.P. Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products. In: TAMINE, A., ed. **Probiotic dairy products**. Oxford: Blackwell Publishing, v.1, n.2, p.57-72, 2005.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. Yoghurt: Science and Technology. UK: **Woodhead Publishing Limited**, Cambridge, 2007.

VAN LOO, J.; COUSSEMENT, P.; LEENHEER, L.; HOEBREGS, H.; SMITS, G. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.35, n.6, p.525-52, 1995.

YOUSIF, A. K.; ALGHZAWI, H. M. Processing and characterization of carob powder. **Food Chemistry**, v. 69, n. 3, p. 283-287, 2000.

ZIMERI, J. E.; KOKINI, J. L. Rheological properties of inulin-waxy maize starch

systems. **Carbohydrate Polymers**. 5. ed. Amsterdam: AP. 2003.

ZUNFT, H. J. F et al. Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients. **European Journal of Nutrition**, v.42 n.5, p.235-242, out. 2003.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Caracterizar um *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da adição de inulina nas características físico-químicas, textura e microbiológicas das formulações de *frozen yogurt*;
- Analisar sensorialmente as formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha,

4 ARTIGO*

Uso de alfarroba e inulina no desenvolvimento de *frozen yogurt* com leite de ovelha

¹ Carla Manfrinato Sirotti ^a, ² Joyce Valle Borges ^a, ³ Cíntia Hoch Batista de Souza ^a, ⁴ Patrícia Harumi Hasegawa ^a, ⁵ Gabriela Soares Lima ^a, ⁶ José Augusto de Souza ^a, ⁷ Joice Sifuentes dos Santos^a

^aUnopar – Universidade Norte do Paraná, Rua Marselha, 591, 86041-14, Londrina, PR, Brasil

1 carlamanfrinato@gmail.com

2 joycevalle@uol.com.br

3 pati.hasegawa@gmail.com

4 cinthia@unopar.br

5 gaby_lima230@hotmail.com

6 contato.jsouza@hotmail.com

7 joice.sifuentes@gmail.com

Resumo

*Ingredientes benéficos a saúde são importantes para a indústria de alimentos. Matérias-primas como leite de ovelha, alfarroba e inulina apresentam-se como alternativa para o desenvolvimento de novos produtos. O leite de ovelha é rico em nutrientes, enquanto a alfarroba tem sido usada como substituto do cacau. Já a inulina pode substituir a gordura sem alterar o produto. Desenvolveu-se um frozen yogurt com leite de ovelha, alfarroba e inulina em diferentes concentrações. Foram feitas três formulações (F1, F2 e F3), sendo uma controle, com leite integral e duas com leite semi-desnatado. Foram avaliadas as características físico-químicas (pH, acidez, proteína, sólidos totais, cinzas, gordura, fibras, taxa de derretimento e dureza), bem como as microbiológicas (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, coliformes, *E.coli*, *Samonella spp.*, e *Staphylococcus*) e sensorial das três formulações. Avaliou-se o produto nos dias 1, 15, 30 e 60. Os resultados foram comparados pela ANOVA e Teste de Tukey ($p < 0,05$). Observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) na composição centesimal em relação a gordura nas três formulações, visto que foram utilizadas quantidades de gordura diferentes entre as formulações. Porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as análises de pH, acidez, overrun, taxa de derretimento e dureza. As bactérias lácticas mostraram-se viáveis (acima de 10^7 UFC/g) durante a vida de prateleira, e os contaminantes estiveram ausentes. Das três formulações avaliadas, verificou-se maior grau de satisfação na formulação com leite semi-desnatado e inulina para todos os parâmetros avaliados. No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, novos estudos com leite de ovelha e alfarroba são necessários.*

Palavra chave: leite de ovelha, gelado comestível, fibra solúvel, substituto de gordura.

*artigo formatado de acordo com as normas do periódico LWT – Food Science and Technology

1. Introdução

Com um consumidor mais exigente e preocupado com a saúde, desenvolver novos produtos alimentícios tem se tornado necessário dentro da indústria de alimentos. A alfarroba vem sendo estudada como substituto do cacau, pois é rica em carboidratos, proteínas e minerais, podendo ter um efeito preventivo nos níveis elevados de colesterol total e fração lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Zunft, Luder, Harde, Haber, Graubaum, Koebnick, et al., 2003; Özcan, Arlan & Gokçalik, 2007).

O leite de ovelha é um alimento com elevado teor de proteína e gordura (ácidos graxos monoinsaturados e essenciais), rico em vitaminas e minerais, porém pouco consumido naturalmente (Park, Juarez, Ramos & Haenlein, 2007). A cor branca característica é devido à ausência de caroteno na parte gordurosa do leite. Possui alta digestibilidade (devido a apresentar os glóbulos de gordura menores quando comparados com o leite de vaca, desta forma há maior superfície de contato para enzimas digestivas atuarem, facilitando a digestão), alto valor biológico, além de ser alcalino (menos agressivo ao organismo) e pouco alergênico, devido à baixa quantidade de proteína tipo caseína α_1 , promovendo benefícios à saúde (Martini, Altomonte & Salari, 2012; Jenness, 1980).

A adição de fibras nos alimentos tem se tornado cada vez mais comum no desenvolvimento de produtos alimentícios pelos efeitos benéficos a saúde, além disso, algumas participam como substitutos de gordura e são consideradas prebióticas (Barclay, Ginic-Markovic & Cooper 2010; Brasil, 1999). A inulina extraída da raiz da chicória, de baixo valor calórico, caracteriza-se por ser uma fibra dietética solúvel, auxiliando na substituição de gordura na indústria de alimentos (Niness, 1999). Vários são os benefícios desta fibra, podendo auxiliar na mineralização óssea, redução da obesidade, controle da glicemia e lipídeos séricos, doença do fígado gorduroso, melhorar a imunidade e o metabolismo, podendo auxiliar na prevenção do câncer de cólon (Kelly, 2009).

De sabor leve e refrescante, o *frozen yogurt* vem sendo uma opção de consumo ao sorvete tradicional, principalmente para portadores de obesidade, doenças cardiovasculares e intolerantes à lactose, devido ao menor teor de gordura (3,5% a 6%) e baixo teor de lactose em sua composição devido a fermentação, se comparado ao sorvete tradicional (Marshall, Goff & Hartel, 2003). Apresenta-se como um alimento fermentado pelos micro-organismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, a partir de iogurte, além de outros ingredientes adicionados para se obter as características

de um sorvete tradicional (Brasil, 2005; Sanders, 2003). Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso da alfarroba e da inulina no desenvolvimento de *frozen yogurt* com leite de ovelha.

2. Materiais e Métodos

2.1 Matéria- prima e ingredientes

Para a elaboração do *frozen yogurt* foram utilizados os seguintes ingredientes: leite integral (5% gordura) e semidesnatado (1,5% gordura) pasteurizado congelado de ovelha (Chapecó, Brasil); cultura starter para iogurte (*L. bulgaricus* e *S. thermophilus*) (Thermophilic yogurt culture – Yoflex Chr Hansen, Hoersholm, Denmark); açúcar refinado (União, São Paulo., Brasil); alfarroba em pó (Carob House®, São Paulo, Brasil); inulina (Beneo, Orafti, Bélgica); adoçante culinário acesulfame K (Lowçúcar, Marialva, Brasil); liga neutra para sorvete e emulsificante (Duas rodas, Jaguará do Sul, Brasil). Em todas as etapas de produção utilizou-se as Boas Práticas de Fabricação no desenvolvimento do *frozen yogurt* (Brasil, 2004).

2.2 Elaboração iogurte

Para a elaboração do iogurte foi separado a alfarroba, o adoçante e o açúcar e a inulina. Em seguida, esses ingredientes foram adicionados ao leite de ovelha e a mistura foi homogeneizada. Realizou-se o tratamento térmico a 65°C durante 30 minutos. Após, a mistura foi resfriada até 42°C para inoculação da cultura (1%). A fermentação foi conduzida a 42°C seguida de medição do pH e da acidez (graus Dornic) a cada 30 minutos até atingir o pH desejado (4,6). Em seguida, o iogurte foi armazenado em B.O.D (Tecnal, Piracicaba, Brasil) a 4°C para evitar a multiplicação de micro-organismos indesejáveis e aumento de viscosidade, até ser usado para o desenvolvimento do *frozen yogurt*. Para o desenvolvimento do produto foram utilizadas três formulações, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Formulação parcial do *frozen yogurt*.

Formulações	Leite ovelha	Alfarroba (%)	Açúcar (%)	Adoçante (%)	Inulina (%)
F1	Integral	7	6	2	0
F2	SD	7	6	2	0
F3	SD	7	6	2	5

Onde: F1 (formulação controle), F2 (formulação 2), F3 (formulação 3), SD (semidesnatado). Fonte: “Dos autores”

2.3 Elaboração *frozen yogurt*

Após 12 h de maturação do iogurte, adicionou-se 0,3% e 0,36% de liga e emulsificante e homogeneizou-se em mixer (Finamac Arpifrio, São Paulo, Brasil) por aproximadamente 15 min. Em seguida esta mistura foi congelada em sorveteira vertical (Polo Sul, São Carlos, Brasil) a -10°C sob agitação contínua por 30 minutos. O *frozen yogurt* foi envasado em potes plásticos de sorvete (Plaszom, Orleans, Brasil) de 1 L higienizados e armazenados em freezer vertical (Metalfrio, São Paulo, Brasil) a -18°C .

Para analisar o tempo de vida de prateleira do produto, o *frozen yogurt* foi armazenado durante 60 dias em freezers a -22°C . O produto foi avaliado nos dias 1, 15, 30, 60.

2.4 Análises físico-químicas

Foram feitas análises físico-químicas (em triplicata) do produto final: cinzas, pH, acidez titulável, fibras alimentares, carboidratos por diferença, proteínas pelo método de Kjeldahl e os lipídeos pelo método de Gerber (AOAC, 2011).

2.5 Determinação da Porcentagem de Overrun

Durante o processo de congelamento há incorporação de ar na calda do *frozen yogurt* que resulta em um aumento da calda inicial, conseqüentemente *overrun*. As análises foram feitas em triplicata. Utilizou-se o método descrito por Goff e Hartel (2013), conforme a equação:

$$\text{Overrun (\%)} = [(\text{peso calda inicial} - \text{peso sorvete}) / \text{peso sorvete}] \times 100$$

2.6 Taxa de derretimento e análise de dureza

A taxa de derretimento foi analisada no dia 1 de cada formulação de acordo com a metodologia proposta por Ohmes (1998) em triplicata. Pesou-se 50 g de amostra a -12°C e foram deixadas para derreter a 23°C sobre uma peneira de 2 mm de abertura, acima de um cilindro graduado em B.O.D. (Tecnal, Piracicaba, Brasil).

Para a análise de dureza utilizou-se o texturômetro Analyser CT3 (Brookfield, Middleboro, EUA), controlado por computador. Os dados foram coletados através do software Texture CT v1.4 build 17 (Brookfield). O *frozen yogurt* foi batido até a -10°C e levado para avaliação imediatamente, simulando o tempo de preparo e consumo. Pesou-se amostras de 15g e transferiu-se para potes plásticos (52mm x 30mm). Utilizou-se probe cilíndrico com diâmetro de 38,1mm. As análises foram feitas em sextuplicata no dia 1 das três formulações através das seguintes condições: distância = 10mm; velocidade pré e pós teste = 2,0mm/s; velocidade de teste 1mm/s (DOMAGALA; SADY; GREGA; BONCZAR, 2005). A força positiva máxima atingida durante o teste foi expresso como a dureza.

2.7 Análise microbiológica

Após o dia 1, foram realizadas análises de pH, acidez e determinação de células viáveis de *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbruckii ssp. bulgaricus* de acordo com as condições específicas de cada espécie.

Para as análises microbiológicas, foram feitas diluições decimais das amostras de *frozen yogurt*, utilizando-se água peptonada a 0,1% (Oxoid, Hampshire, Inglaterra). Foram realizadas análises microbiológicas para avaliação de indicadores de contaminação exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para gelados comestíveis (coliformes totais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* e *Salmonella* spp.) (BRASIL, 2001). Para coliformes totais e *E. coli* utilizou-se o Petrifilm *E. coli* Coliform Count Plate (3M, St. Paul, U.S.A). As placas foram incubadas a 37°C/24 h e 48 h, para contagem de coliformes totais e *E. coli*, respectivamente. Para *Staphylococcus* utilizou o Petrifilm Staph Express Count Plate (3M). As placas foram incubadas a 37°C/24 h. Para *Salmonella* utilizou-se o método Reveal 2.0 (AOAC, 2011). Todas as análises foram feitas em duplicata. As populações de *S. bulgaricus* e *S. thermophilus* foram avaliadas nos dias 1, 15, 30 e 60 de

armazenamento, em triplicata. Alíquotas de 1mL de cada diluição foram transferidas para as placas de Petri estéreis com adição de ágar MRS (De Man, Rogosa e Sharp, Himedia, Mumbai, Índia) acidificado com ácido acético glacial até pH 5,4 para a contagem das populações de *S. bulgaricus*. As placas foram incubadas em anaerobiose a 37°C/72 h. Para a contagem de *S. thermophilus*, utilizou-se o meio M17 (Sigma – Aldrich, Sto Louis, EUA). As placas foram incubadas em aerobiose a 37°C/748 h (AOAC, 2011).

2.8 Análise sensorial do frozen yogurt

Foi realizada em laboratório de análise sensorial com a participação de 100 provadores não treinados com idades entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos (75% mulheres e 25% homens) após aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética. Os participantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para ser lido e assinado antes da realização da análise. Cada participante recebeu uma ficha com a escala hedônica de 9 pontos com variações de gostei muitíssimo (nota 9) até desgostei muitíssimo (nota 1) para avaliação da aceitação global, textura e sabor. A intenção de compra foi avaliada na mesma ficha, utilizando-se uma escala com variação de 1 (certamente não compraria) a 5 pontos (certamente compraria) (Lawless, Heymann, 2010). Os provadores estiveram posicionados em cabines individuais e cada um recebeu três amostras codificadas com três dígitos aleatoriamente. Em cada amostra havia 20 g de *frozen yogurt* em copos plásticos de 50 mL com colheres pequenas descartáveis e um copo com água mineral de 180 mL a temperatura ambiente.

2.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao software estatístico R 3.3.0 (Framework, Auckland, Nova Zelândia) através de análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da composição centesimal das três formulações desenvolvidas.

Tabela 2: Composição centesimal das formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina.

Composição centesimal (%)	F1*	F2*	F3*
Gordura	4,73 ± 0,52 ^A	1,34 ± 0,07 ^B	1,30 ± 0,11 ^B
Proteína	6,22 ± 0,91 ^A	5,94 ± 0,79 ^A	6,46 ± 0,66 ^A
Carboidrato	66,17 ± 2,66 ^A	67,74 ± 2,75 ^A	68,12 ± 1,47 ^A
Fibras**	0,72 ± 0,07 ^A	0,68 ± 0,06 ^A	0,69 ± 0,03 ^A
Cinzas	0,90 ± 0,09 ^A	0,91 ± 0,08 ^A	0,90 ± 0,07 ^A

* F1 (leite integral de ovelha e alfarroba), F2 (leite semidesnatado de ovelha e alfarroba), F3 (leite semidesnatado de ovelha, alfarroba e inulina). Teste de Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Valores apresentados são da média ± desvio-padrão.

^{A,B}: letras diferentes maiúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativas entre as diferentes formulações, para um mesmo parâmetro avaliado.

** Análise de fibras da alfarroba no produto pronto para o consumo.

Pode-se verificar que de todos os parâmetros analisados das formulações F1, F2 e F3: proteína, carboidrato, fibras, cinzas e sólidos totais, apenas a gordura apresentou diferença significativa ($p < 0,05$).

A legislação brasileira não possui critérios específicos para a determinação de identidade e qualidade de *frozen yogurt*. Porém, a Resolução RDC nº 266 de 22 de setembro de 2005 regulariza padrões técnicos para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis (Brasil, 2005). Desta maneira, pode-se observar que os teores de sólidos totais estiveram dentro dos padrões exigidos por lei (mínimo 26%), obtido como resultado das três formulações acima de 30%. As proteínas também estiveram dentro do recomendado (mínimo 2,5%), apresentando uma média de 6% em todas as formulações desenvolvidas. O elevado teor de proteínas e sólidos totais garante qualidade diferenciada na produção de iogurte com leite de ovelha (Haenlein, 1998). Na produção de *frozen yogurt* com leite de vaca por Tamine & Robinson (1985), obtiveram 3,9% de proteína. Já Uzonyi (1983) em seu estudo utilizando o mesmo tipo de leite obteve 3,4% de proteína. Dessa forma, o leite ovino pode ser uma boa alternativa para produção de gelados comestíveis.

O teor de gordura apresentou diferença significativa, visto que a formulação F1 foi desenvolvida com leite de ovelha integral (4,73%) atingindo o mínimo recomendado (2,5%). Diferentemente das formulações F2 e F3 desenvolvidas com leite semi-desnatado (1,34% e 1,30% respectivamente). De acordo com Guinard, Little & Marty (1994), a gordura do leite de vaca melhora a qualidade dos produtos, pois melhora as características sensoriais resultando em um alimento macio e cremoso. Porém,

a gordura do *frozen yogurt* pode ser variável, diferentemente do sorvete que possui variação de 10 a 18% de lipídeos em sua composição (Tsang, 2009).

Os lipídeos presentes no leite são extremamente importantes para a produção de gelados comestíveis, pois estão diretamente relacionados a textura, sabor, maciez do produto. Reduzir as quantidades de gordura pode alterar as características desejáveis citadas anteriormente (Haque & Ji, 2003). Desta maneira, substitutos de gordura tem sido estudados nos últimos anos com o intuito de se desenvolver alimentos com teores menores de gorduras, porém sem alterar drasticamente as características sensoriais do alimento, além de apresentarem menor valor calórico (Güven, Yasar, Karaca & Hayaloglu., 2005; Sandoval-Castilla, Lobato-Calleros, Aguirre-Mandujano & Vernon-Carter 2004).

A inulina é um polissacarídeo linear, solúvel, de baixo valor calórico e pode ser substituída de açúcares e gorduras, podendo melhorar as características sensoriais do alimento (Barclay, Ginic-Markovic & Cooper 2010). Em substituição de lipídeos, esta fibra tem a capacidade de formar com a água uma rede de géis, conferindo corpo, maciez e textura ao produto (Tungland & Meyer, 2002).

No estudo de Akalin, Karagozlu & Unal (2008) com uso de inulina e isolado proteico de soro de leite em gelado comestível com reduzido teor de gordura, observou-se que o uso da inulina melhorou a viscosidade, consistência e dureza quando comparado com o produto tradicional durante o tempo de vida de prateleira. Ruger, Baer & Kasperson (2002) mostraram em seu trabalho com gelados comestíveis que menores quantidades de lipídeos diminuem a percepção de sabor, pois há menor liberação de aromas envoltos nos glóbulos de gordura, que reduz a percepção sensorial gordurosa ao paladar.

Tarrega, Rocafull & Costell (2010) utilizaram vários tipos de inulina de cadeia curta e longa na proporção de 50:50 no desenvolvimento de cremes com baixo teor de gordura e verificou-se que os produtos apresentaram cremosidade e textura idênticas ao produto com tradicional (com teor de gordura total), além do efeito prebiótico.

3.2 Análises físico químicas

A Tabela 3 mostra os valores de pH, acidez e *overrun* das formulações F1, F2 e F3 de *frozen yogurt*.

Tabela 3. Análises físico químicas das formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina.

	Dias	F1*	F2*	F3*
pH	1	5,45±0,23 ^{Aa}	5,29±0,36 ^{Aa}	5,49±0,30 ^{Aa}
	15	5,47±0,21 ^{Aa}	5,31±0,33 ^{Aa}	5,52±0,29 ^{Aa}
	30	5,46±0,19 ^{Aa}	5,34±0,35 ^{Aa}	5,55±0,31 ^{Aa}
	60	5,49±0,22 ^{Aa}	5,37±0,32 ^{Aa}	5,58±0,33 ^{Aa}
Acidez (°D)	1	0,68±1,45 ^{Aa}	0,71±1,07 ^{Aa}	0,69±1,28 ^{Aa}
	15	0,69±1,47 ^{Aa}	0,70±1,05 ^{Aa}	0,68±1,26 ^{Aa}
	30	0,68±1,41 ^{Aa}	0,69±1,08 ^{Aa}	0,67±1,24 ^{Aa}
	60	0,70±1,43 ^{Aa}	0,71±1,06 ^{Aa}	0,70±1,27 ^{Aa}
Overrun (%)	1	23,46±1,27 ^{Aa}	24,45±1,05 ^{Aa}	24,38±0,81 ^{Aa}
	15	24,08±1,29 ^{Aa}	24,78±1,03 ^{Aa}	23,97±0,83 ^{Aa}
	30	22,98±1,25 ^{Aa}	25,01±1,06 ^{Aa}	24,45±0,79 ^{Aa}
	60	23,07±1,28 ^{Aa}	24,09±1,02 ^{Aa}	23,88±0,82 ^{Aa}

* F1 (leite integral de ovelha e alfarroba), F2 (leite semidesnatado de ovelha e alfarroba) e F3 (leite semidesnatado de ovelha, alfarroba e inulina). Teste de Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância.

^A letras iguais maiúsculas sobrescritas na mesma coluna não indicam diferença estatisticamente significativas para uma mesma formulação ao longo do armazenamento, para um mesmo parâmetro.

^a letras iguais minúsculas sobrescritas na mesma linha não indicam diferença estatisticamente significativas entre as formulações, para um mesmo parâmetro, em cada período de armazenamento.

Pode-se observar na Tabela 3 que os valores de pH, acidez e *overrun* para as três formulações não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Na legislação brasileira não há padrões para pH e acidez para gelados comestíveis (Brasil, 2005). Verificou-se um valor médio de pH de 5,48 para as três formulações avaliadas, estes valores são semelhantes aos encontrados nos trabalhos de Shiota & Ito (1998) e Hekmat & Msmahon (1992), que apresentaram valores próximos a pH de 5,5 bem aceitos em análise sensorial de *frozen yogurt* com leite de vaca em diferentes tipos de pH. Nota-se que o leite ovino apresentou características semelhantes aos trabalhos dos autores citados acima. Para obtenção de energia pelas bactérias lácticas há um consumo de carboidrato, desta maneira ocorre fermentação, e consequente redução de pH final no gelado comestível conferindo as características desejáveis sensorialmente ao produto (Varghese & Mishra, 2008).

Neste estudo, a acidez das amostras apresentaram-se em média de 0,70%, similares aos descritos

no trabalho de Guner, Ardic, Keles & Dogruer (2007), que observaram níveis de acidez acima de 0,7%. Os autores afirmam que esta acidez pode causar perda de qualidade sensorial dos gelados comestíveis. Também encontra-se em conformidade com a acidez mínima observada por Hui (1992) de no mínimo 0,30%. No trabalho de Tieszen & Baer (1989), sobre composição e qualidade microbiológica de *frozen yogurt* com leite de vaca, observou-se a acidez no gelado de 0,37% a 0,87%, semelhante aos valores mostrados neste trabalho com leite de ovelha.

Overrun é uma característica extremamente importante para gelados comestíveis, pois é a incorporação de ar no desenvolvimento de gelados comestíveis durante o batimento, sendo desta forma, um indicador de rendimento do produto. Quanto maior *overrun*, mais leve e macio será o produto (Goff, 2011). Nas três formulações estudadas, as taxas de *overrun* não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Esses valores encontram-se de acordo com a legislação vigente, que é de no mínimo 20% (Brasil, 2005). Valores semelhantes foram encontrados no trabalho de Guven & Karaca (2002), no desenvolvimento de *frozen yogurt* de leite de vaca com diferentes concentrações de açúcares, com variações de 21,77 a 23,54%. Mais uma vez observa-se a semelhança de valores de leite de vaca ao leite de ovelha, podendo este último ser uma nova alternativa alimentar a ser estudada e desenvolvida em novos produtos alimentícios.

3.3 Taxa de derretimento e análise de dureza

As três formulações (F1, F2 e F3) apresentaram valores de dureza de sem diferença significativa entre as formulações ($p > 0,05$) ($93,49 \pm 15,93N$; $95,62 \pm 12,63N$ e $94,83 \pm 13,17N$, respectivamente).

A dureza pode influenciar vários fatores, afetando a percepção sensorial, como cremosidade, maciez, corpo do produto, e, estes interligam com o pH e a quantidade de gordura do produto (Inoue, Shiota, & Ito, 1998). A inulina pode influenciar nestas características, afim de melhorar esses parâmetros (Kip, Meyer, & Jellema, 2006).

Neste caso, a adição de inulina na formulação F3 não influenciou no desenvolvimento do produto, não havendo diferença significativa para a dureza entre as formulações. Aime, Arntfield, Malcolmson, & Ryland (2001), em seu estudo com sorvetes, observou que não houve diferença entre dureza para os produtos com alto e baixo teor de gordura. Porém, Roland, Phillips & Boor (1999)

verificaram que substitutos de gordura usados em gelados comestíveis alteraram o nível de dureza.

De acordo com Bolliger, Wildmoser, Goff, & Tharp, (2000), a dureza está ligada diretamente a composição do *frozen yogurt*, que pode mudar com a redução ou substituição de gordura. Verificou-se que os valores de dureza para as três formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha com diferentes concentrações de gordura e adição de fibra inulina, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Este fato pode ter sido alcançado devido ao leite utilizado ser de ovelha, porém necessita-se de mais estudos para se comprovar esta característica, pois estudos com leite de ovino em gelados comestíveis ainda são escassos no meio científico.

O derretimento é formado por vários fatores: *overrun*, interações lipídicas, tamanho dos glóbulos de gordura. Um gelado necessita mostrar resistência quando é submetido a temperatura ambiente, desta forma o uso de bons estabilizantes se faz necessário, porém não deve estar em quantidade elevadas, pois pode provocar sensação gordurosa ao paladar (Kokubbo,1998). A massa do derretimento deve ser homogênea e uniforme (Bodyfelt, Tobias & Trout,1988).

Não houve diferença significativa na taxa de derretimento entre as três formulações (Figura 1). El Nagar, Clowes, Tudorica, Kuri & Brennan (2002) mostraram em seu estudo sobre qualidade e estabilidade reológica de *frozen yogurt* com adição de inulina, que a suplementação desta fibra reduziu a taxa de derretimento do produto.

Figura 1. Taxa de derretimento do dia 1 das formulações de *frozen yogurt* F1, F2 e F3.

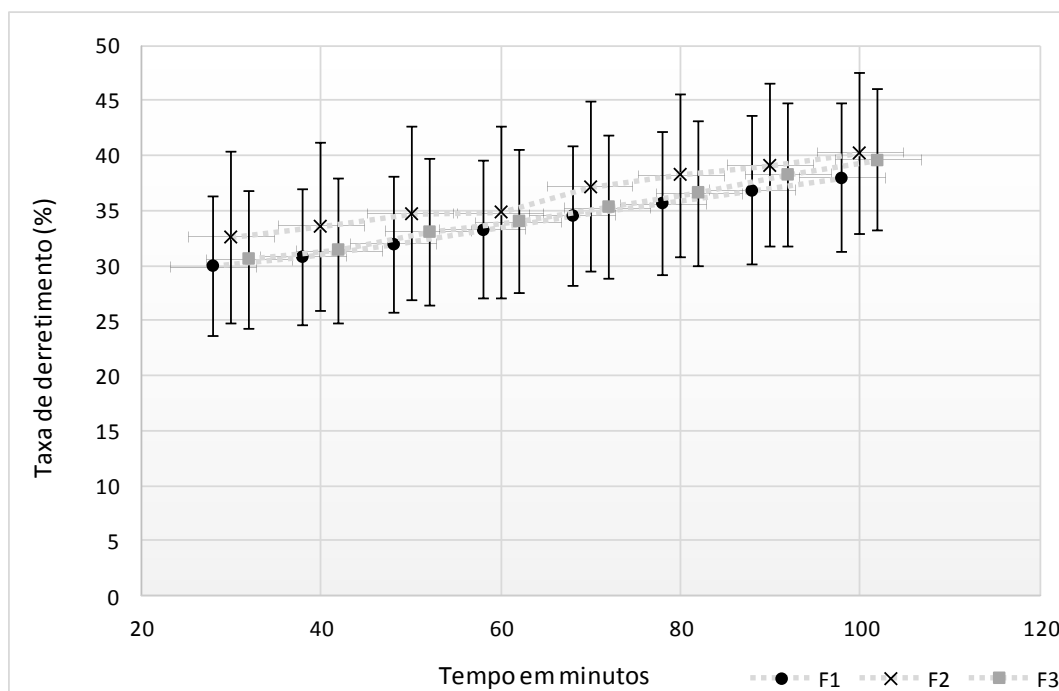


Figura 1: Média da taxa de derretimento. Onde: F1 (leite integral, alfarroba), F2 (leite semi-desnatado, alfarroba) e F3 (leite semi-desnatado, alfarroba e inulina). Teste de Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Os valores apresentados são da média \pm desvio-padrão.

3.4 Análises microbiológicas

A Tabela 4 apresenta a média das contagens de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* das formulações F1, F2 e F3 nos dias 1, 15, 30 e 60.

Tabela 4. Populações de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* (UFC/g) observadas para as três formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina nos dias 1, 15, 30 e 60.

Dias	F1*	F2*	F3*
<i>S. thermophilus</i>			
1	$4,56 \times 10^7$ Aa	$5,08 \times 10^7$ Aa	$5,97 \times 10^7$ Aa
15	$3,67 \times 10^7$ Aa	$4,08 \times 10^7$ Aa	$4,37 \times 10^7$ Aa
30	$2,89 \times 10^7$ Aa	$3,76 \times 10^7$ Aa	$3,21 \times 10^7$ Aa
60	$1,32 \times 10^7$ Aa	$2,02 \times 10^7$ Aa	$2,31 \times 10^7$ Aa
<i>L. bulgaricus</i>			
1	$6,11 \times 10^2$ Aa	$5,89 \times 10^2$ Aa	$6,23 \times 10^2$ Aa
15	$4,12 \times 10^2$ Aa	$3,21 \times 10^2$ Aa	$4,45 \times 10^2$ Aa
30	$2,25 \times 10^2$ Aa	$2,01 \times 10^2$ Aa	$3,89 \times 10^2$ Aa
60	$1,20 \times 10^2$ Aa	$1,78 \times 10^2$ Aa	$2,09 \times 10^2$ Aa

*F1 (leite integral de ovelha e alfarroba), F2 (leite semidesnatado de ovelha e alfarroba), F3 (leite semidesnatado de ovelha, alfarroba e inulina). Teste de Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Os valores apresentados são das médias das formulações F1, F2 e F3 nos dias 1, 15, 30 e 60.

^A: letras iguais maiúsculas sobrescritas na mesma linha não indicam diferença estatisticamente significativas para cada micro-organismo separadamente em cada dia de avaliação.

^a: letras iguais minúsculas sobrescritas na mesma coluna não indicam diferença estatisticamente significativas nas contagens de cada micro-organismo, em cada formulação, ao longo do armazenamento.

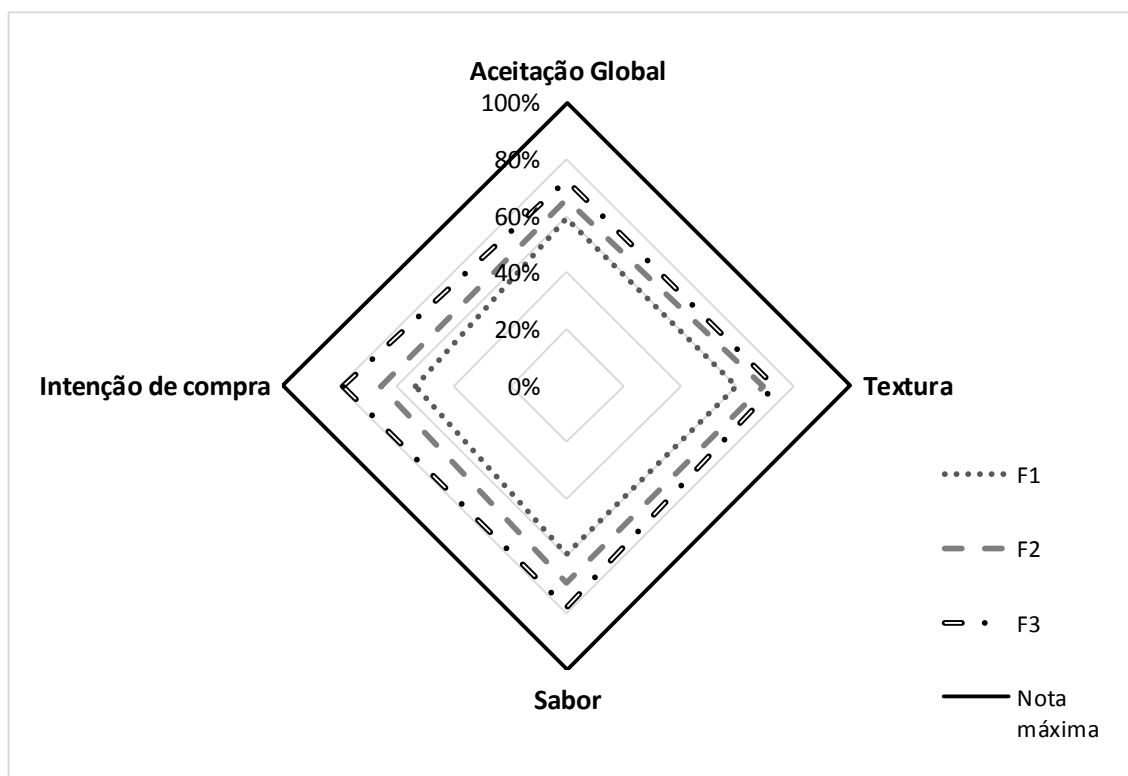
De acordo com a ANVISA, para o produto lácteo ser iogurte, deve conter uma carga mínima de 10^7 UFC/g de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* no produto (BRASIL, 2000). Desta forma, o *frozen yogurt* também precisa atender estes padrões em todo tempo de vida de prateleira. Observou-se que durante todo período de armazenamento (1, 15, 30 e 60 dias) do *frozen yogurt* a quantidade de bactérias lácticas esteve presente. O *S. thermophilus* apresenta alta resistência durante toda vida de prateleira do produto (Lopez, 1998). Miles & Leeder (1981) verificaram que o *S. thermophilus* é mais resistente ao congelamento do que *L. bulgaricus* quando armazenado por um período maior que 4 meses.

Não foram detectados micro-organismos indicadores de contaminação para as formulações desenvolvidas.

3.5 Análise sensorial

A Figura 2 apresenta os resultados da análise sensorial das três formulações de *frozen yogurt*.

Figura 2. Análise sensorial das formulações de *frozen yogurt* com leite de ovelha, alfarroba e inulina.



Onde: F1 (leite integral, alfarroba), F2 (leite semi-desnatado, alfarroba) e F3 (leite semi-desnatado,

alfarroba e inulina). Teste de Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância.

Em relação a aceitação global, a formulação F3 foi a que apresentou maior aprovação, correspondendo a aproximadamente 68% de aprovação ($p < 0,05$). Em relação ao sabor e a intenção de compra, pode-se verificar que a mesma formulação atingiu grau de satisfação de 70%. Porém, quando se analisou a textura do produto, as formulações F2 e F3 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), chegando a 62 e 66% de aceitação, respectivamente. Ressalta-se que o desenvolvimento de um produto alimentício deve apresentar características sensoriais agradáveis, pois caso isso não ocorra, dificilmente o produto permanecerá no mercado, mesmo sendo mais saudável.

Alguns provadores descreveram a coloração de *frozen yogurt* parecida com chocolate, e o sabor lembrar doce de leite e café. Estes resultados foram semelhantes ao trabalho de Sabatini et al. (2011), que desenvolveram um sorvete com alfarroba em pó e verificaram sensorialmente que o produto foi bem aceito com médias de notas 8 para os atributos: aparência, sabor, textura, cor e aspecto global. Além disso, quando se mensurou a “intenção de compra” por parte dos provadores 53% disseram que certamente comprariam este produto, valor próximo ao encontrado no *frozen yogurt* com leite de ovelha, inulina e alfarroba onde 60% dos provadores certamente comprariam o produto.

No desenvolvimento de bebidas à base de leite de vaca com variedades de alfarroba (torradas e não torradas), verificou-se sensorialmente que as bebidas com alfarroba torrada tiveram maior aceitação em relação as bebidas com alfarroba não torradas (Nadine et al., 2016).

Medeiros & Lannes (2009), demonstraram a alfarroba sendo adicionada como substituto do cacau em vários alimentos, como bolachas, sobremesas, massas, bebidas lácteas, além de poder ser um dos ingredientes essenciais na fabricação de gelados comestíveis.

Além disso, alguns autores relataram os benefícios da alfarroba para a saúde. Mais de 41 compostos fenólicos, com grande capacidade antioxidante, foram encontrados (Papagianopoulos et al., 2004). Em estudo realizado com extrato aquoso de alfarroba sobre efeito hepatoprotetor contra estresse oxidativo agudo provocado pelo etanol em ratos com diferentes tratamentos de alfarroba durante 7 dias, observou-se que o grupo que recebeu 600 mg/kg de peso corporal de alfarroba possuiu efeito inibidor ao dano oxidativo induzido pela administração aguda de etanol quando comparado ao grupo controle

(Souli, et al., 2015).

Em outro trabalho sobre a influência da 10 e 20% de alfarroba em pó sobre perfil lipídico e exames histopatológicos de alguns órgãos de 40 ratos machos estudados com dietas e concentrações de alfarrobas diferentes, concluiu-se que a alimentação de ratos com 10 e 20% de alfarroba em pó melhorou os parâmetros de perfil lipídico e as características histopatológicas no coração e no rim quando comparados aos ratos controle (Hassanein et al., 2015).

Santos et al. (2015), em seu trabalho sobre resposta glicêmica da alfarroba em indivíduos saudáveis submetidos ao consumo de alfarroba e glicose com avaliação de glicemia pós-prandial, concluíram que o índice glicêmico da alfarroba foi considerado baixo, quando comparado com a glicose.

Observou-se a falta de estudos com o desenvolvimento de produtos adicionados de alfarroba, porém, recentes trabalhos clínicos com animais estão sendo efetuados e obtidos resultados benéficos a saúde. Desta maneira, mais estudos são necessários com o uso de alfarroba em produtos alimentícios, visto a sua boa aceitação, podendo ser uma boa alternativa para a substituição do cacau.

4. Conclusão

Pode-se observar diferenças significativas na composição centesimal em relação a gordura nas três formulações, visto que foram utilizadas quantidades de gordura diferentes entre as formulações, além da adição de inulina. Porém, não houve diferença significativa entre as análises de pH, acidez e *overrun*. Os valores apresentados eram condizentes com a legislação vigente. As bactérias lácticas mostraram-se viáveis em todo tempo de vida de prateleira, e os contaminantes estiveram ausentes. O *frozen yogurt* analisado apresentou características sensoriais diferenciadas nas três formulações, obtendo maior grau de satisfação na formulação com leite semi-desnatado e inulina para os atributos: aceitação global, textura, sabor e intenção de compra, ressaltando-se um produto promissor para o mercado alimentício. No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, sugere-se novos estudos com leite de ovelha e alfarroba.

Agradecimentos

À Capes, Unopar e Funadesp.

Referências

- Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34, 237–246.
- Abdelaziz, S.; Hichem, S.; Latifa, C.; Kai's, R.; Haifa, T. , Samir, B.; , Mohsen, S.; Jamel E. b.; Mohamed, A. (2015). Hepatoprotective effect of carob against acute ethanol-induced oxidative stress in rat. *Toxicology and Industrial Health*, 31, 802–810
- Akalin, A. S., Karagozlu, C., Unal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227, 889–895.
- Association of Official Analytical Chemists (Aoac). (2011). *Official methods of analysis of AOAC International*, 16., Gaitheersburg.
- Barclay, T., Ginic-Markovic, M., Cooper, P. (2010). Inulin - The versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 1, 27–50.
- Bodyfelt, F. W.; Tobias, J.; Trout, G. M. (1988). *Sensory evaluation of ice cream and related products. In: The sensory evaluation of dairy products*. (3th ed.). (pp.166 – 226). New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication, New York, EUA.
- Bolliger, S., Wildmoser, H., Goff, H. D., Tharp, B. W. (2000). Relationships between ice cream mix viscosity and ice crystal growth in ice cream. *International Dairy Journal*, 10, 791–797.
- Brasil. (2001). Ministério da saúde. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Brasil (2004). Ministério da saúde. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução rdc nº 216, de 15 de setembro de 2004 ementa: dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 266 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Brasil. (2000). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Brasil.(1999). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Domagala, J.; Sady, M.; Grega, T.; Bonczar, G. (2005). Rheological Properties and texture of yoghurts when oat – Maltodextrin is used as a fat substitute. *Interntional Journal of Food Properties*, 9, 1 – 11.
- El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C. M., Kuri, V., Brennan, C. S. (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55, 89–93.

- Goff, H.D.; Hartel, R.W. (2013). *Ice cream* (7th ed.). (pp. 38 – 41). New York, EUA: Springer.
- Goff, H. D. (2011). *Ice cream and frozen desserts: product types*. In: *Encyclopedia of dairy sciences* (2th ed.). (pp. 893 – 912). Academic Press, London: U K.
- Guinard, J. X. C., Little, C., Marty, T. R. (1994). Effect of sugar and acid on the acceptability of frozen yogurt to a student population. *Journal Dairy Science*, 77, 1232–1238.
- Guner, A., Ardic, M., Keles, A., Dogruer, Y. (2007). Production of yogurt ice cream at different acidity. *International Journal. Food Science. Technology*, 42, 948–952.
- Guyen, M., Yasar, K., Karaca, O. B., Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 180–184.
- Guyen, M., Yasar, K., Karaca, O. B., Hayaloglu, A. A. (2002). The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. Çukurova University, *Food Engineering Department*, 55, 1, 27 – 31.
- Haenlein, G.F.W. (1998). The value of goats and sheep to sustain mountain farmers. *International Journal of Animal Science*, 13, 187– 194.
- Haque, Z. U., Ji, T. (2003). Effect on non-fat ice cream and yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 463–473.
- Hekmat, S.; McMahon, D.J. (1992). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. *Journal of Dairy Science*, 75, 1415- 1422.
- Inoue, K., Shiota, K., Ito, T. (1998). Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 51, 2, 44-50.
- Jenness, R. (1980). Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*, 63, 57, 1605 - 1630.
- Khaled, H.; Youssef, M.; Hend, A.; Moshera, E.M. (2015). The influence of carob powder on lipid profile and histopathology of some organs in rats. *Alternative Review Pathology*, 24, 6, 1509 – 1513.
- Kaya, S.; Tekin, A.R. (2001). The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. *Journal of Food Engineering*, 47, 59-62.
- Kelly, G. Inulin-type prebiotics: A review (Part 2). *Alternative Medicine Review*, Amsterdam, 14, 5, p.36-55, 2009.
- Kip, P., D., Meyer, R., Jellema, H. (2006) Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal*, 56, 113 - 118.
- Kokubo, S. K. (1998). Agglomeration of fat globules during the freezing process of ice cream manufacturing. *Milchwissenschaft*, 53, 4, 206-209.
- Lawless, H.T.; Heymann, T. (2010). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices* (2 th ed.). (pp. 78 – 80). New York, Springer.

- Martini, M., Altomonte, I., Salari, T. (2012). Relationship between the nutritional value of fatty acid profile and the morphometric characteristics of milk fat globules in ewe's milk. *Small Ruminant Research*, 105, 33–37.
- Miles, J.J.; Leeder, J.G (1981). Starter culture viability in frozen yogurt. *Cult. Dairy Production Journal*, 16, 12-14.
- Marshall, R. T.; Goff, H. D.; Hartel, R. W.(2003). *Ice Cream* (6 th ed.). (pp.67-70). New York: Aspen Publishers.
- Medeiros, M. L.; Lannes, S. C. S.(2009). Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*,29, 2, 247-253.
- Nadine, S., Hamza, D., Imad, T., Ammar, O.(2016). Developing a **carob**-based milk beverage using different varieties of **carob** pods and two roasting treatments and assessing their effect on quality characteristics. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 96, 9, 3047-3057.
- Niness, K. R. (1999). Nutritional and health benefits of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition*, 129, 402S–1406S.
- Ohmes, R.L., Marshall, R.T., Heymann, H. (1998). Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. *Journal of Dairy Science*, 81, 1222-1228.
- Özcan, M. M.; Arlan, D.; Gokçalik, H. (2007). Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *International Journal Food Science Nutrition*, 58, 8, 652- 658.
- Papagiannopoulos, M. et al.(2004). Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/ MSn. *J. Agric. Food Chem.*,52, 12, 3784-3791.
- Park, Y. W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W.(2007). Hysicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88–113.
- Roland, M. A., Phillips, L. G., Boor, K. J. (1999). Effects of fat replacers on the sensory properties, color, melting and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 82, 2094– 2100.
- Ruger, P.R., Baer, R.J., Kasperson, K..M. (2002). Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the txture of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 85,7,1684-1692.
- Sabatini, D.R., Silva, K.M., Picinin, M.E., Del Santo, R., Souza, G.B., Pereira, C.A.M. (2011). Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. *Alim. Nutr., Araraquara*, 22, 1, 129-136.
- Sanders, M.E.(2003). Probiotics: considerations for human health. *Nutrition Revist.*, 61, 3, 91 – 99. New York,EUA.
- Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E.,Vernon-Carter, E. J. (2004) Microstructure and texture of yoghurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*,14, 151–159.
- Santos, L.M.; Tulio, L. T.; Campos, L. F.; Dorneles, R. M.; Krugel, C. C. H. (2015). Glycemic response to Carob (*Ceratonia siliqua* L) in healthy subjects and with the *in vitro* hydrolysis. *Nutrición Hospitalaria*, 31, 1, 482 – 487.

Tamime, A.Y. Robinson, R.K. (1985). *Yogurt Science and Technology*. Pergamon Press Ltd. (23th ed.). (pp. 18 – 23). Oxford, Reino Unido.

Tárrega, A., Rocafull, A., Costell, E. (2010). Effect of blends of short and long-chain inulin on the rheological and sensory properties of prebiotic low-fat custards. *LWT - Food Sci. Technology*, 43, 3, 556-562.

Tieszen, K. M.; Baer, R. J. (1989). Composition and microbiological quality of frozen yogurts. *Cultured Dairy Products Journal*, 24, 4, 13-14.

Tungland B. C.; Meyer D (2002) Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fibre): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, 73–92.

Varghese, K. S.; Mishra, H. N. (2008). Modelling of acidification kinetics and textural properties in dahi (Indian yogurt) made from buffalo milk using response surface methodology. *International Journal of Dairy Technology*, 61, 3, 284 – 289.

Zunft, H. J. F., Luder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H.J., Koebnick, C., et al. (2003). Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients. *European Journal of Nutrition*, 42, 5, 235-242.

CONCLUSÃO GERAL

Pode-se observar diferenças significativas na composição centesimal em relação a gordura nas três formulações, visto que foram utilizadas quantidades de gordura diferentes entre as formulações, além da adição de inulina. Porém, não houve diferença significativa entre as análises de pH, acidez e *overrun*. Os valores observados para estes parâmetros estavam condizentes com a legislação vigente. As bactérias lácticas mostraram-se viáveis em todo tempo de vida de prateleira, e os contaminantes estiveram ausentes. O *frozen yogurt* analisado apresentou características sensoriais diferenciadas nas três formulações, obtendo maior grau de satisfação na formulação com leite semi-desnatado e inulina para os atributos: aceitação global, textura, sabor e intenção de compra, ressaltando-se um produto promissor para o mercado alimentício. No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, sugere-se novos estudos com leite de ovelha e alfarroba.