



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**LAYANE MACIEL ALVES**

**IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE PREBIÓTICO E GELEIA DE MANGA:**  
**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS**

**FORTALEZA**

**2015**

**LAYANE MACIEL ALVES**

**IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE PREBIÓTICO E GELEIA DE MANGA:  
ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho.

Co-orientadora: Profa. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres.

**FORTALEZA**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- A48i      Alves, Layane Maciel.  
            Iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga: aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais / Layane Maciel Alves. – 2015
- 85 f. : il., color.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2015.
- Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal.  
            Orientação: Profa. Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho.  
            Coorientação: Profa. Dra. Luciclécia Barros de Vasconcelos Torres.
1. Alimentos funcionais. 2. Derivados do leite - Nutrição. 3. Leite de cabra - Tecnologia de Alimentos. I. Título.

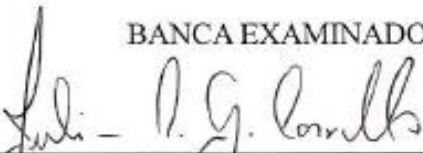
LAYANE MACIEL ALVES

**IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE PREBIÓTICO E GELEIA DE MANGA:  
ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS**

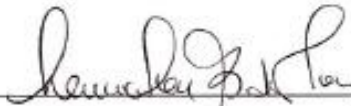
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 17/09/2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



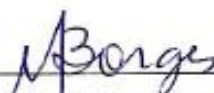
Prof. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres (Co-orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Pesquisadora Dra. Maria de Fátima Borges  
Embrapa Agroindústria Tropical

*A Deus, pela força concedida.*

*Aos meus pais Luiz e Gorete, pela confiança, sacrifício e exemplo de força e dedicação.*

*A meus irmãos, Leydiane e Evagno, pelo apoio e incentivo.*

*Ao meu esposo Rangel, pela dedicação, compreensão e companheirismo.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu saúde, força e coragem para enfrentar as dificuldades ao longo da minha vida e sempre guiou meus passos.

A minha família, meu alicerce, pelo amor, carinho e incentivo no decorrer da minha caminhada.

Ao meu esposo, Cleryston Rangel Sousa, pelo incentivo, confiança, amor, ajuda e companheirismo em todos os momentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

A Prof. Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho, pelos inúmeros ensinamentos, confiança, amizade e excelente orientação.

A Prof. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres, pela disponibilidade, dedicação e valiosa co-orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho, Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres, Dra. Selene Daiha Benevides, Dra. Maria de Fátima Borges, Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso e Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, que disponibilizou os laboratórios para realização da pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela possibilidade de execução deste trabalho.

A Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio no Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela compreensão, incentivo e conhecimento repassado.

Aos amigos do Laboratório de Laticínios, Gleice, Gizele, Pedro, Mikaelly, Elidiane, Luma, Luiza e Renata, pela amizade e auxílio. E a todos os demais que contribuíram para realização deste trabalho.

## RESUMO

A busca crescente por alimentos saudáveis possibilita o desenvolvimento de produtos que tragam benefícios à saúde do consumidor. Este trabalho visou elaborar iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga, aliando os benefícios terapêuticos e valores nutricionais do iogurte caprino e da manga às propriedades funcionais da inulina. A inulina é uma fibra alimentar amplamente utilizada em alimentos tanto por seus atributos tecnológicos quanto por seus benefícios nutricionais. Para o desenvolvimento do produto, foi utilizado o planejamento experimental do tipo DCCR (Delineamento Composto Central Rotacional) composto por onze ensaios. Por meio da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR), foram selecionadas três formulações de iogurte caprino com diferentes concentrações de inulina e gelatina tendo como resposta o parâmetro de viscosidade aparente. As formulações de iogurte caprino selecionadas (A: 3 % de inulina e 0,5 % de gelatina; B: 5 % de inulina e 0,45 % de gelatina e C: 7 % de inulina e 0,4 % de gelatina), a geleia de manga e as matérias-primas (leite caprino e manga) foram submetidas a avaliações físicas, químicas e físico-químicas. O iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga foi submetido a análises microbiológicas (contagem de coliformes termotolerantes; bolores e leveduras; bactérias lácticas totais; estafilococos coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* spp.) e sensoriais (testes de aceitação, com relação aos atributos aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global, utilizando escala hedônica de 9 pontos; teste de preferência e de atitude de compra). Os resultados de todas as análises receberam tratamento estatístico por meio da Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. De acordo com os resultados obtidos, foi constatado que todos os produtos elaborados atenderam às especificações legais exigidas. A avaliação sensorial mostrou que as três formulações foram bem aceitas para todos os atributos avaliados, não havendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na preferência e aceitação das amostras, exceto para a aparência. As três amostras apresentaram intenção de compra positiva pelos potenciais consumidores. A adição de diferentes concentrações de inulina e gelatina propiciou a obtenção de iogurte caprino com consistência similar aos iogurtes bovinos encontrados no mercado. Portanto, esta pesquisa proporcionou o desenvolvimento de uma alternativa tecnológica para utilização de matérias-primas produzidas na região Nordeste, leite caprino e manga, disponibilizando um produto lácteo inovador no mercado.

**Palavras-chave:** Leite caprino. Fruta tropical. Alimento funcional. Inulina.

## ABSTRACT

The increasing search for healthy foods enables the development of products that provide benefits to consumer health. This study aimed to elaborate goat yogurt added prebiotic and mango jam, combining the therapeutic benefits and nutritional value of goat milk yogurt and mango to the functional properties of inulin. Inulin is a dietary fiber widely used in food both for its technological attributes as for its nutritional benefits. For product development, was used an experimental design type Rotational central composite design composed of eleven trials. By Response Surface Methodology (RSM), three goat yogurt formulations were selected with different concentrations of inulin and gelatin, taking as dependent variable the apparent viscosity parameter. The selected goat yogurt formulations (A: 3 % inulin and 0.5 % gelatin; B: 5 % of inulin and 0.45 % gelatin and C: 7 % inulin and 0.4 % gelatin), mango jam and raw materials (goat milk and mango) were submitted to physical, chemical and physico-chemical evaluations. The goat yogurt added prebiotic and mango jam were submitted to microbiological analyzes (count of fecal coliforms, molds and yeasts, total lactic acid bacteria, coagulase-positive staphylococci and *Salmonella* spp. determination) and sensory evaluation (acceptance tests, with respect to the attributes: appearance, color, aroma, flavor, texture and overall impression, using hedonic scale of 9 points; preference and purchase attitude tests). The results of all analyzes receive statistical treatment through the Analysis of Variance (ANOVA) and the means were compared using the Tukey test. According to the results, it was found that all manufactured products attended the required legal specifications. The sensory evaluation showed that the three formulations were well accepted for all attributes, with no significant difference ( $p > 0,05$ ) in the acceptance and preference of the samples, except for appearance. The three samples showed positive intention to purchase by potential consumers. The addition of different concentrations of inulin and gelatin allowed to obtain goat yogurt with similar consistency to bovine products found in the market. Therefore, this study enabled the development of a technological alternative to using raw materials produced in the Northeast region of Brazil, goat milk and mango, and the making available of an innovative dairy product in the market.

**Keywords:** Goat milk. Tropical fruit. Functional food. Inulin.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de fabricação do iogurte caprino.....	32
Figura 2 – Etapas de fabricação da geleia de manga.....	35
Figura 3 – Etapas de elaboração do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	36
Figura 4 – Análise sensorial do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	39
Figura 5 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo consistência de iogurte natural integral comercial.....	42
Figura 6 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da consistência por meio de escala do ideal de iogurte natural integral comercial..	42
Figura 7 – Curvas de viscosidade a 10 °C de três amostras de iogurte natural integral comercial.....	44
Figura 8 – Curvas de viscosidade a 10 °C de 11 amostras de iogurte caprino adicionado de diferentes concentrações de inulina e gelatina.....	45
Figura 9 – Superfície de resposta e curvas de nível para a viscosidade aparente do iogurte caprino em função das concentrações de inulina e gelatina.....	49
Figura 10 – Gráficos de caracterização dos provadores.....	62
Figura 11 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo aparência de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	65
Figura 12 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo cor de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	65
Figura 13 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo aroma de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	66
Figura 14 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo sabor de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	67
Figura 15 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo consistência de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	68

Figura 16 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da impressão global de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	69
Figura 17 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da atitude de compra de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	70
Figura 18 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da consistência por meio de escala do ideal de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	71
Figura 19 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da doçura por meio de escala do ideal de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional média da manga.....	24
Tabela 2 – Níveis das variáveis independentes do planejamento experimental.....	29
Tabela 3 – Ensaios do planejamento experimental para produção de iogurte caprino.....	30
Tabela 4 – Valores médios da avaliação da consistência de iogurte natural integral comercial.....	41
Tabela 5 – Viscosidade aparente a taxa de cisalhamento de $100\text{ s}^{-1}$ de amostras de iogurte caprino adicionado de diferentes concentrações de gelatina e inulina.....	46
Tabela 6 – Efeitos estimados para a viscosidade aparente do iogurte caprino.....	47
Tabela 7 – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para a viscosidade aparente do iogurte caprino.....	47
Tabela 8 – Coeficientes de regressão para a viscosidade aparente do iogurte caprino.....	48
Tabela 9 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros das polpas de manga.....	50
Tabela 10 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros de geleias elaboradas a partir de três variedades de manga.....	51
Tabela 11 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros colorimétricos de polpas e geleias obtidas a partir de três variedades de manga.....	52
Tabela 12 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização do leite caprino.....	55
Tabela 13 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização da polpa de manga.....	55
Tabela 14 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização de iogurte caprino com diferentes concentrações de inulina e gelatina.....	57
Tabela 15 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização da geleia de manga.....	58
Tabela 16 – Valores médios da caracterização microbiológica do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	60
Tabela 17 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação da aceitação de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.....	63
Tabela 18 – Valores médios encontrados na literatura de notas atribuídas por provadores na avaliação da aceitação de produtos lácteos fermentados elaborados com leite caprino.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais sobre o leite de cabra</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Produtos lácteos caprinos</b> .....	16
<b>2.3</b>	<b>Iogurte</b> .....	18
<b>2.3.1</b>	<i>Gelatina</i> .....	20
<b>2.4</b>	<b>Geleia de fruta</b> .....	21
<b>2.4.1</b>	<i>Manga</i> .....	23
<b>2.5</b>	<b>Prebióticos</b> .....	25
<b>2.5.1</b>	<i>Inulina</i> .....	26
<b>2.6</b>	<b>Alimento com propriedade funcional</b> .....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
<b>3.1</b>	<b>Estabelecimento de parâmetro para viscosidade aparente do iogurte caprino</b> .....	28
<b>3.1.1</b>	<i>Análise sensorial da consistência de iogurte natural integral comercial</i> .....	28
<b>3.1.2</b>	<i>Análise instrumental da viscosidade aparente de iogurte natural integral comercial</i> .....	29
<b>3.2</b>	<b>Seleção de formulações de iogurte caprino por meio de planejamento experimental e Metodologia de Superfície de Resposta</b> .....	29
<b>3.3</b>	<b>Elaboração do iogurte caprino</b> .....	31
<b>3.3.1</b>	<i>Matéria-prima e ingredientes</i> .....	31
<b>3.3.1.1</b>	<i>Preparação do inóculo</i> .....	31
<b>3.3.2</b>	<i>Etapas da elaboração do iogurte caprino</i> .....	31
<b>3.4</b>	<b>Geleia de manga</b> .....	33
<b>3.4.1</b>	<i>Matéria-prima e ingredientes</i> .....	33
<b>3.4.2</b>	<i>Seleção da variedade de manga</i> .....	33
<b>3.4.3</b>	<i>Etapas de elaboração da geleia de manga</i> .....	33
<b>3.5</b>	<b>Iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga</b> .....	35
<b>3.6</b>	<b>Análises físicas, químicas e físico-químicas</b> .....	37
<b>3.7</b>	<b>Análises microbiológicas</b> .....	37
<b>3.8</b>	<b>Análises sensoriais</b> .....	38
<b>3.9</b>	<b>Análise estatística</b> .....	40

<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Estabelecimento de parâmetro para viscosidade aparente do iogurte caprino.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Análise sensorial da consistência de iogurte natural integral comercial.....</i>	<b>41</b>
<b>4.1.2</b>	<i>Análise instrumental da viscosidade aparente de iogurte natural integral comercial.....</i>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Seleção de formulações de iogurte caprino por meio de planejamento experimental e Metodologia de Superfície de Resposta.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Seleção da variedade de manga para elaboração da geleia.....</b>	<b>50</b>
<b>4.4</b>	<b>Análises físicas, químicas e físico-químicas.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.1</b>	<i>Caracterização das matérias-primas.....</i>	<b>54</b>
<b>4.4.2</b>	<i>Caracterização das amostras de iogurte caprino.....</i>	<b>56</b>
<b>4.4.3</b>	<i>Caracterização da geleia de manga.....</i>	<b>58</b>
<b>4.5</b>	<b>Análises microbiológicas.....</b>	<b>59</b>
<b>4.6</b>	<b>Análises sensoriais.....</b>	<b>61</b>
<b>4.6.1</b>	<i>Caracterização dos provadores.....</i>	<b>61</b>
<b>4.6.2</b>	<i>Avaliação da aceitação das amostras.....</i>	<b>63</b>
<b>4.6.3</b>	<i>Avaliação da atitude de compra.....</i>	<b>69</b>
<b>4.6.4</b>	<i>Avaliação da idealidade de consistência e doçura.....</i>	<b>70</b>
<b>4.6.5</b>	<i>Avaliação da preferência.....</i>	<b>72</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE PREBIÓTICO E GELEIA DE MANGA.....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse por produtos alimentícios saudáveis e nutritivos tem crescido mundialmente, o que resulta em diversos estudos na área de produtos lácteos. Nesse contexto, há crescente interesse pela utilização do leite de cabra e seus derivados devido a suas propriedades funcionais (OLALLA et al., 2009).

O leite caprino apresenta características que o diferenciam do leite bovino com relação às propriedades nutricionais e terapêuticas, como, por exemplo, melhor digestibilidade e hipoalergenicidade, que são motivos de consumo por pessoas alérgicas ao leite de vaca, idosos e crianças. Outro fator que diferencia o leite caprino do de outras espécies são suas características sensoriais, especialmente sabor e aroma típicos, que podem ser responsáveis pela rejeição de seus produtos derivados por parte dos consumidores (PARK; HAENLEIN, 2006; PARK et al., 2007; RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

A industrialização do leite caprino no Brasil ainda é restrita por razões como: pequena produção, hábito alimentar da população, preconceito e alto preço comparado aos similares bovinos. Entretanto, há possibilidade de mercado para leites (*in natura*, UHT, em pó), queijos, iogurtes, doces, sorvetes e outros derivados lácteos caprinos. Dentre esses, o iogurte apresenta vantagens competitivas como baixo custo por não requerer equipamentos sofisticados, ser de fácil preparo e melhor conservação (GARCIA; TRAVASSOS, 2012). Além disso, possui uma imagem positiva de alimento saudável, nutritivo, saboroso e com destacado potencial funcional (QUEIROGA et al., 2011).

Uma alternativa para melhorar as características sensoriais e nutricionais do iogurte caprino é a adição de frutas, seja na forma de pedaços, polpas ou geleias. As frutas são excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibras, essenciais ao bom funcionamento do organismo humano, sendo a manga (*Mangifera indica* L.) uma das principais frutas tropicais produzidas no mundo. Contém quantidades consideráveis de compostos fenólicos e carotenóides, além de possuir quantidades razoáveis de ácido ascórbico e excelente qualidade de sabor e aroma, o que permite amplas e variadas possibilidades de utilização nos mercados nacional e internacional (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007). A manga apresenta elevada aceitabilidade por sua impressão aromática específica e intensa (QUEIROGA et al., 2011).

No Brasil, é predominante o consumo da manga na forma *in natura* (PINTO; PINHEIRO NETO; GUIMARÃES, 2011), entretanto, essa fruta é amplamente utilizada na culinária e na indústria alimentícia. Na culinária, faz parte da elaboração de diversos pratos

tais como saladas, vitaminas, bolos, tortas e molhos. Na indústria alimentícia, os produtos mais comuns são: polpas, sucos, néctares, doces e geléias (BEZERRA, 2009; RAMOS; SOUZA; BENEVIDES, 2004).

A adição de prebióticos ao iogurte é considerada suplemento aos benefícios nutricionais que este alimento pode trazer à saúde dos consumidores. A funcionalidade dos alimentos prebióticos está relacionada à sua atuação direta no retardo do esvaziamento gástrico, na modulação do trânsito gastrointestinal e na diminuição do colesterol (OLIVEIRA, 2009).

Além das propriedades nutricionais, a aplicação dos prebióticos em alimentos deve-se principalmente, às propriedades que os tornam capazes de substituir o açúcar ou a gordura, com a vantagem de não resultarem em incremento calórico (TONELI et al., 2008). A inulina pode ser empregada como substituto de gordura em alimentos devido a sua capacidade de gelatinização. Quando essa fibra é bem misturada com água, uma estrutura cremosa é obtida, promovendo a sensação de cremosidade na boca, além de melhorar o sabor do produto (BOSI, 2008).

Aliar os benefícios do iogurte caprino às propriedades funcionais de prebióticos, assim como aos valores nutricionais da manga, permite formar um novo produto capaz de atender as principais exigências dos consumidores que buscam alimentos saborosos e saudáveis. Portanto, a fabricação de um produto saudável e funcional, além da valorização de matérias-primas regionais que necessitam ser exploradas, significa uma inovação no mercado de produtos lácteos.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi elaborar iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga e avaliar seus aspectos físicos, químicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. Os objetivos específicos desenvolvidos foram:

- Estabelecer um parâmetro de viscosidade aparente ideal para o iogurte caprino a partir de análises sensorial e instrumental de iogurte natural integral de marcas comerciais;
- Selecionar formulações de iogurte caprino, elaboradas com diferentes concentrações de inulina e gelatina, com viscosidade aparente similar ao iogurte bovino comercial;
- Selecionar variedade de manga para produzir a geleia que compõe o produto final;
- Elaborar iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga como alternativa tecnológica para utilizar leite caprino e manga produzidos na região Nordeste.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais sobre o leite de cabra

De acordo com Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra, este é definido como o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados. Deve possuir cor branca, sabor e odor característicos, mas não desagradáveis (BRASIL, 2000). Quanto aos parâmetros físico-químicos, deve apresentar teores mínimos de sólidos não gordurosos, proteína, lactose e cinzas de, respectivamente, 8,2 %, 2,8 %, 4,3 % e 0,7 %. Além disso, a acidez do leite expressa em ácido láctico deve variar de 0,13 a 0,18 % e o índice crioscópico deve estar entre -0,550 e -0,585 °H (-0,531 e -0,565 °C) (BRASIL, 2000).

A composição do leite de cabra, assim como o de vaca, varia de acordo com raça, dieta, estação do ano, alimentação, condições ambientais, período de lactação, características individuais, manejo do animal, estado fisiológico e estado de saúde do úbere (CENACHI, 2012; JENNESS, 1980; SLAČANAC et al., 2010).

O leite caprino apresenta características que o diferem de outras espécies e fazem do produto uma ótima opção na dieta de crianças, idosos e alérgicos ao leite bovino. As diferenças mais marcantes, quando comparado ao leite de vaca e humano, são: melhor digestibilidade, alcalinidade, capacidade tamponante, valores nutricionais e terapêuticos (PARK et al., 2007). Dentre as características nutricionais, destacam-se o teor de proteínas de alto valor nutritivo e a hipoalergenicidade, sendo, muitas vezes indicado como melhor substituto do leite bovino (OLALLA et al., 2009; SANTILLO et al., 2009).

A alergia ao leite de vaca é considerada uma doença comum, com prevalência de 2,5 % em crianças durante os primeiros três anos de vida, ocorrendo em 12-30 % das crianças com menos de três meses de idade. De acordo com Ribeiro e Ribeiro (2010) o leite de cabra é prescrito por muitos médicos para crianças sensíveis ao leite de vaca, sendo também uma alternativa para pessoas alérgicas ao mesmo. Segundo os autores, aproximadamente 40 % de todos os pacientes sensíveis às proteínas do leite bovino toleram proteínas do leite caprino, o que pode ser explicado pela menor fração de  $\alpha_1$ -caseína no leite de cabra, já que esta é responsável pela maioria das alergias associadas ao leite de vaca. Por essa razão, na maioria dos casos, pessoas alérgicas ao leite bovino respondem bem ao leite caprino (CENACHI, 2012; HAENLEIN, 2004).



O leite de cabra também é recomendado para pessoas que sofrem de problemas como asma, enxaqueca, colite, úlcera no estômago, distúrbio digestivo, doenças do fígado e da vesícula biliar e sintomas relacionados ao estresse, como insônia e prisão de ventre (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

Algumas propriedades físico-químicas do leite caprino, como glóbulos de gordura menores, maior percentagem de ácidos graxos de cadeia curta e média conferem ao leite de cabra maior digestibilidade em relação ao leite de vaca (PARK, 1994; RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). Além disso, suas proteínas são digeridas mais facilmente e seus aminoácidos absorvidos de forma mais eficiente do que os aminoácidos de leite de vaca (JENNESS, 1980).

Além disso, os ácidos capróico, caprílico, cáprico e outros ácidos graxos de cadeia média têm sido utilizados para o tratamento de diversos distúrbios clínicos, como síndromes de má absorção, desordens intestinais, desnutrição infantil, alimentação de bebês prematuros, doenças coronárias, fibrose cística e cálculos biliares, devido a sua capacidade metabólica exclusiva de fornecer energia diretamente, ao invés de serem depositados no tecido adiposo. Ao mesmo tempo, esses ácidos graxos reduzem, inibem e dissolvem depósitos de colesterol nos vasos sanguíneos (HAENLEIN, 2004; MOWLEM, 2005; RIBEIRO; RIBEIRO, 2010; SANZ - SAMPELAYO et al., 2007).

Diante das diversas qualidades do leite de cabra, o desenvolvimento de produtos lácteos caprinos apresenta-se como alternativa de consumo tanto para pessoas alérgicas ao leite bovino, quanto para aquelas que buscam alimentos saudáveis e funcionais.

## **2.2 Produtos lácteos caprinos**

Apesar das diversas propriedades do leite de cabra, no Brasil existem ainda algumas dificuldades com relação à aceitação dos produtos lácteos fabricados a partir dessa matéria-prima, devido a características sensoriais peculiares como o sabor e o aroma. O leite caprino possui sabor e odor característicos proporcionados pelo elevado teor de ácidos graxos de cadeia curta (capróico, caprílico e cáprico), que diminuem a aceitação sensorial por boa parcela da população não habituada ao seu consumo (ALVES et al., 2009).

Essa percepção negativa de seu sabor característico pode ser atribuída ao fato de que o leite caprino é, muitas vezes, obtido em más condições sanitárias (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). Outro aspecto sensorial que difere os derivados do leite bovino e do leite caprino é a

cor, que apresenta-se mais branca nos produtos elaborados com leite caprino. A diferença na coloração é resultante da conversão dos  $\beta$ -carotenos, contido na alimentação das cabras, em vitamina A. Enquanto que o leite de vaca integral ou padronizado contém elevado teor de  $\beta$ -carotenos, responsáveis por uma coloração mais amarelada (PARK et al., 2007).

A composição lipídica do leite caprino, além de sua importância nutricional e terapêutica, apresenta impacto tecnológico, exercendo forte influência no sabor, aroma, consistência e textura dos produtos derivados (GARCIA, 2011). O teor de gordura total e o menor diâmetro dos glóbulos de gordura afetam a viscosidade do leite e têm aplicações no processamento de produtos lácteos. Glóbulos de gordura menores apresentam melhor dispersão e proporcionam uma mistura mais homogênea da gordura no leite, facilitando a obtenção de uma emulsão mais estável (CENACHI et al., 2011).

A textura dos produtos lácteos caprinos também é afetada pela composição protéica, pois, apesar das proteínas mais abundantes nos leites de cabra e vaca serem as mesmas, em geral, no leite caprino, são de mais fácil digestão (GARCIA, 2011) e possuem maior teor de nitrogênio não protéico e menor teor de nitrogênio ligado à caseína, o que confere baixo rendimento em queijo e fraca estrutura e textura em iogurte (GARCIA; TRAVASSOS, 2012).

O teor de caseína influi de forma significativa na velocidade de formação e firmeza da coalhada. O baixo teor de caseína, a proporção de  $\alpha_1$ -caseína e o tamanho das micelas no leite caprino podem estar associados à textura fraca dos iogurtes (PARK et al., 2007) e fazem com que o coágulo formado por ação enzimática apresente granulação mais fina e macia do que o coágulo do leite de vaca (GARCIA; TRAVASSOS, 2012).

Diversos estudos têm sido realizados utilizando o leite caprino como matéria-prima na elaboração de produtos lácteos fermentados. Na pesquisa realizada por Bezerra (2010), foi avaliada a aceitação sensorial de iogurtes elaborados a partir de misturas de leite de cabra e búfala com adição de sabor morango. O autor constatou que o iogurte elaborado com leite de cabra apresenta menor aceitação sensorial que o iogurte obtido a partir de leite de búfala.

Garcia (2011) elaborou leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina. Na avaliação sensorial, o autor observou que a consistência, cor e aparência do produto elaborado apresentam notas mais altas que os atributos aroma, sabor e avaliação global.

No estudo realizado por Cenachi (2012), foi desenvolvido leite de cabra fermentado prebiótico com baixo teor de lactose adicionado de  $\beta$ -ciclodextrina. O trabalho teve como objetivo otimizar o processo de fabricação de leite de cabra fermentado natural, com a finalidade de obter um produto com melhor aceitação sensorial. O autor observou que a adição de inulina,  $\beta$ -ciclodextrina e lactase melhora a aceitação sensorial do leite caprino fermentado.

Já na pesquisa desenvolvida por Senaka Ranadheera et al. (2012), foram preparados iogurte natural e iogurte batido com frutas, elaborados a partir de leite de cabra. Os autores constataram que a adição de suco de frutas influencia positivamente nas características sensoriais e aumenta a aceitação sensorial do iogurte caprino.

### 2.3 Iogurte

Entre os derivados lácteos, o iogurte vem se tornando mais popular devido ao modo de vida da população, sendo incluído na rotina diária por ser prático e de fácil consumo, além de ser um alimento saudável, nutritivo, saboroso e com destacado potencial funcional (QUEIROGA et al., 2011).

O iogurte constitui rica fonte de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos. O consumo desse produto está relacionado à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo, associado as suas propriedades sensoriais. Esse consumo também pode ser atribuído aos benefícios que o iogurte traz ao organismo humano, tais como: facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas, facilitar a absorção de cálcio, fósforo e ferro, ser fonte de galactose, além de ser uma forma indireta de se ingerir leite (FERREIRA et al, 2001).

A Instrução Normativa Nº 46 de 2007 define leites fermentados como produtos, obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos, os quais devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. O iogurte é definido como o produto fermentado pelo cultivo protosimbiótico dos micro-organismos *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (BRASIL, 2007).

O crescimento associado dessas bactérias é fundamental para o desenvolvimento das características finais do iogurte, tendo em vista que durante o cultivo conjunto a produção de ácido láctico e acetaldeído são maiores que os obtidos pelas culturas isoladamente (ORDÓÑEZ, 2005). O acetaldeído desenvolvido pelos micro-organismos através da

transformação dos carboidratos e proteínas é o principal responsável pelo *flavour* do iogurte (SILVA, 2012).

Devido à ação metabólica das bactérias sobre os componentes do leite, durante a fermentação, estes são transformados em açúcares mais simples, promovendo redução de 20 a 30 % do teor de lactose presente no leite (SALADO; ANDRADE, 1989). Dessa forma, o uso de alimentos lácteos fermentados tem sido empregado como uma estratégia para superar a intolerância à lactose em pessoas com essa restrição alimentar (MATHIAS, 2011). Além de estar presente em pequenas quantidades, a lactose do iogurte possui maior digestibilidade, devido à presença da enzima  $\beta$ -galactosidase, produzida pela cultura láctica durante a fermentação (HERTZLER; CLANCY, 2003; MATHIAS, 2011; TAMIME; ROBINSON, 1999).

Durante a fermentação do leite, o pH diminui gradualmente até cerca de 4,5, ocorrendo desestabilização das micelas que se agregam formando uma rede tridimensional na qual o soro é aprisionado. Rearranjos das caseínas ou micelas agrupadas nessa rede podem levar à contração do gel com expulsão de líquido. Esse fenômeno é chamado sinérese (ANTUNES, 2004) e ocorre durante o armazenamento do produto, levando à sua rejeição por parte dos consumidores. Para minimizar esse problema, são usados espessantes e estabilizantes na elaboração do iogurte (MÜHLBAUER et al., 2012).

As propriedades físicas do iogurte, como consistência e viscosidade do coágulo, são de grande importância, pois quanto maior o conteúdo em sólidos da mistura destinada à elaboração do iogurte, maior a consistência e viscosidade do produto final. Alguns ingredientes podem ser adicionados ao leite para aumentar a firmeza do iogurte, tais como leite em pó integral ou desnatado, soro ou concentrado protéico do soro de leite, caseinato, amido modificado, pectina, gelatina e gomas (ANTUNES, 2004).

Existem no mercado vários tipos de iogurte classificados de acordo com o processo de elaboração, adição de ingredientes, composição, consistência e textura. São eles:

- Iogurte tradicional (ou firme): aquele em que o processo de fermentação ocorre no interior da embalagem, não sofre homogeneização, resultando em um produto firme, mais ou menos consistente;
- Iogurte batido: aquele em que o coágulo é quebrado, resfriado e embalado após o processo de fermentação e o produto solidifica novamente, ocorrendo aumento da viscosidade após a embalagem;

- Iogurte líquido: aquele em que o processo de fermentação é realizado em tanques, como no iogurte batido, mas é homogeneizado e mantém a consistência líquida; é comercializado em embalagens plásticas tipo garrafa ou do tipo cartonadas (BRANDÃO, 1987; MUNDIM, 2008; OLIVEIRA, 2009; TAMIME; DEETH, 1980).

A indústria de iogurte está mais centrada no iogurte batido, pois este permite aos produtores adicionar estabilizantes para prevenir a sinérese durante a vida de prateleira (LUCEY; SINGH, 1998; MUNDIM, 2008).

Quando se trata de iogurte, a textura e o corpo são tão importantes quanto o próprio sabor. Firmeza adequada e ausência de sinérese são essenciais para se obter produto de alta qualidade (MANZANO et al., 2008).

### ***2.3.1 Gelatina***

A gelatina é uma proteína de origem animal, derivada da hidrólise parcial do colágeno, que é o principal constituinte de peles de animais, ossos, tendões e tecido conectivo. As gelatinas comestíveis disponíveis comercialmente possuem em sua composição 84 % a 90 % de proteína; 2 % a 4 % de sais minerais; e 8 % a 12 % de água. É amplamente utilizada na indústria, pois possui baixo custo e sabor neutro, além de melhorar a aparência, a consistência e o sabor dos alimentos (FISZMAN; LLUCH; SALVADOR, 2000; GELATINA, 2011).

A gelatina apresenta várias funções no processamento e formulações de alimentos, sendo utilizada como agente gelificante, estabilizante, emulsificante, aerador, formador de filmes e espessante, conferindo cremosidade aos produtos (SAHA; BHATTACHARYA, 2010).

Em produtos lácteos, devido a sua estrutura molecular, a gelatina associa-se perfeitamente à caseína, promovendo a estabilização do sistema lácteo. Em iogurtes, atua como um protetor coloidal, prevenindo a sinérese e ajustando a consistência, de cremosa até quase sólida (GELATINA, 2011). Em sistemas de leite sem adição de gelatina, o gel formado pelas proteínas do leite coagulado é muito fraco, apresentando alto grau de sinérese (FISZMAN; LLUCH; SALVADOR, 2000). A importância do uso de gelatina em produtos lácteos fermentados se deve a sua característica reológica original, a qual propicia a textura de "derreter na boca" (COSTA et al., 2013; MARCOTTE; HOSHAHITI; RAMASWAMY, 2001).

## 2.4 Geleia de fruta

Geleias de frutas são produtos preparados a partir de frutas e/ou sucos, misturados com açúcar, pectina, ácidos e outros ingredientes permitidos, podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços sob variadas formas. Esta mistura é convenientemente processada até se obter concentração e consistência semi-sólida adequadas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Não pode ser colorida e nem aromatizada artificialmente (BRASIL, 1978).

No Brasil, as geleias de frutas podem ser consideradas como o segundo produto em importância industrial para indústria de conserva de frutas (EMBRAPA, 2003). As geleias são classificadas em dois tipos: comum, quando preparada com 40 partes de frutas frescas ou suco e 60 partes de açúcar; e extra, quando preparada com 50 partes de frutas frescas ou suco e 50 partes de açúcar (BRASIL, 1978). Porém, conforme a Resolução nº 272 de 22 de setembro de 2005, há apenas uma designação geral para produtos de origem vegetal e de frutas, o que leva ao aparecimento de geleias que fogem às características essenciais de identidade e qualidade (REZENDE et al., 2013).

O preparo de geleias e doces, em geral, é uma das formas de conservação de frutas, pois são trabalhados, além do uso do calor, também o aumento da concentração de açúcar, com alteração da pressão osmótica e, com isso, aumentando o tempo de vida útil do produto (KROLOW, 2005).

Para elaboração de geleia é aconselhável o uso de frutas com maturação ótima, pois estas apresentam maior concentração de pectina, melhor aroma, cor e sabor. Portanto, para melhor formação do gel, deve-se observar (KROLOW, 2005):

- Frutas muito maduras: houve transformação da pectina em ácido péctico, não havendo uma perfeita geleificação da geleia.
- Frutas imaturas: ainda não houve a transformação da protopectina em pectina, também havendo alteração do gel.
- Frutas com maturação adequada: concentração máxima de pectina, cor, aroma e sabor.

As geleias devem apresentar-se sob o aspecto de bases gelatinosas, de consistência tal, que quando extraídas de seus recipientes, sejam capazes de se manterem no estado semi-sólido. As geleias transparentes que não contiverem em sua massa pedaços de frutas devem, ainda, apresentar elasticidade ao toque, retornando à sua forma primitiva após

ligeira pressão. A cor e o cheiro devem ser próprios da fruta de origem e o sabor deve ser doce, semi-ácido, de acordo com a fruta de origem (BRASIL, 1978).

A formação do gel é um fenômeno coloidal, em que fazem parte a pectina, a concentração de açúcar e o ácido. É tolerada a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta (BRASIL, 1978).

A pectina é um polissacarídeo encontrado nos tecidos vegetais das plantas, a qual, juntamente com a celulose e hemicelulose, forma o material estrutural das paredes celulares dos vegetais, estando também associada ao processo de maturação dos frutos (CARVALHO, 2010).

As pectinas comerciais são obtidas da casca de frutas cítricas e do bagaço de maçã. Seu uso como aditivo é permitido pela legislação com a função de geleificante ou espessante de geléias e doces na quantidade necessária à formação do gel (BRASIL, 2007).

A quantidade de pectina a ser acrescentada na fabricação de geléias está relacionada com a quantidade de açúcar adicionado e com o teor de pectina presente na própria fruta. Normalmente esta quantidade é calculada em 0,5 a 1,5 % de pectina em relação à quantidade de açúcar usado na formulação. Este teor pode variar dependendo se a fruta apresenta maior ou menor quantidade presente naturalmente (KROLOW, 2005).

Os açúcares, além de fonte energética, atuam como agentes de sabor, de escurecimento (reações das carbonilas), controladores da atividade de água e agentes modificadores da textura dos alimentos (CARVALHO, 2010).

Para evitar a cristalização do açúcar durante o armazenamento da geleia, ocasionado por altas concentrações de açúcares, é necessário que haja a inversão da sacarose, a qual é hidrolisada em açúcares redutores (glicose e frutose). A presença desses açúcares na formulação aumentam a solubilidade da mistura, podendo atingir concentrações mais altas, sem que ocorra a cristalização (CARVALHO, 2010).

A acidez é um parâmetro essencial na produção de geléias, sendo o pH ótimo para formação do gel entre 3,0 e 3,2. A adição de acidulantes torna-se, muitas vezes, necessária para que o gel se forme, mesmo em frutas consideradas ácidas. Dos ácidos empregados, o ácido cítrico é o mais utilizado devido ao seu sabor agradável, além de poder ser usado em quantidade suficiente para obter o efeito desejado (MAIA et al., 2009). O ácido também ajuda a evitar a cristalização do açúcar durante o armazenamento da geléia (KROLOW, 2005).

### 2.4.1 Manga

A manga (*Mangifera indica* L.), pertencente à família *Anacardiaceae*, é uma fruta nativa da Ásia, cultivada há mais de 4.000 anos. No Brasil, foi introduzida por navegantes portugueses no início do século XVI, em Pernambuco. Em todo o mundo, são mais de 500 variedades de manga, sendo que, no Brasil, são cultivadas cerca de 30 variedades (MODESTO, 2013).

Essa fruta possui alto valor comercial em muitas regiões do mundo, principalmente nas regiões tropicais, além de ter seu valor alimentar reconhecido, sendo uma das principais frutas frescas exportadas, gerando divisas, empregos e aumento de renda, tanto de pequenos quanto de grandes produtores (MODESTO, 2013).

A manga destaca-se por seu sabor e aroma agradáveis, aliados ao seu valor nutritivo, caracterizada como uma fruta polposa e de tamanho variável (TORRES, 2010). É apreciada por consumidores brasileiros e estrangeiros especialmente depois que as ações de melhoramento genético resultaram em variedades não fibrosas, mais macias e saborosas, nos últimos 15 anos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

A composição química e as características físicas das mangas variam com as condições climáticas, condições fitossanitárias, tratamentos utilizados na pré-colheita, colheita e pós-colheita, grau de maturação do fruto, variedade, manejo, tratos culturais e método de processamento empregado (BEZERRA, 2009). Os principais constituintes de sua composição química são água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos (CARDELLO; CARDELLO, 1998). A composição nutricional média da manga é apresentada na Tabela 1.

Do ponto de vista nutricional, a manga se caracteriza principalmente pelo seu conteúdo de açúcares, amido, fibras e vitaminas, a exemplo da pró-vitamina A, sendo inclusive citada, juntamente com o mamão, como uma das principais fontes de  $\beta$ -caroteno em frutas. Contém ainda constituintes considerados não nutrientes, como os compostos fenólicos, que, juntamente com os carotenóides e as fibras, apresentam propriedades funcionais (BATISTA, 2010).



Tabela 1 – Composição nutricional média da manga

<b>Composição</b>	<b>Para 100g de polpa</b>
Água (g)	91,7
Calorias (kcal)	64,0 – 73,0
Proteínas (g)	0,40 – 0,70
Carboidratos (g)	0,30 – 0,40
Total (g)	16,8
Fibra (g)	0,62 – 1,64
Pectina (g)	0,96 – 3,06
Cálcio (mg)	10 – 34
Ferro (mg)	0,39 – 0,78
Fósforo (mg)	17 – 54
Sódio (mg)	7,0 – 23,1
Potássio (mg)	76,2 – 189,3
Magnésio (mg)	18
Vitamina A (u.d.)	18,16 – 4800
Vitamina C (mg)	32 – 200
Tiamina (mg)	0,010 – 0,051
Riboflavina (mg)	0,023 – 0,061
Niacina (mg)	0,20 – 1,10

Fonte: CRUZ, 2010.

No Brasil, o consumo da manga na forma in natura é o que predomina, entretanto, essa fruta também é amplamente utilizada na culinária e na indústria alimentícia. Na culinária, faz parte da elaboração de diversos pratos tais como mousses, saladas, vitaminas, bolos, tortas e molhos. Na indústria alimentícia, os produtos mais comuns são: polpas, sucos, néctares doces e geléias (BEZERRA, 2009; RAMOS; SOUZA; BENEVIDES, 2004), além de poder ser adicionada a sorvetes, misturas de sucos, licores e outros produtos (EMBRAPA, 2004).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2014), no critério produção de alimentos e *commodities* agrícolas, em 2012 o Brasil foi o 8º maior produtor mundial de manga. Segundo dados do IBGE (2011), em 2011 a produção nacional de manga superou em 5 % a produção do ano de 2010. Em 2012, o Brasil exportou 127 mil toneladas da fruta, enquanto no ano anterior as exportações alcançaram 126 mil toneladas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2013). No ano 2014, a fruta tornou-se número um do *ranking* das exportações nacionais em receita (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

No Brasil, a área de plantio comercial da fruta é estimada em 70 mil hectares pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em 2014, a limitação climática afetou os países concorrentes do Brasil no comércio internacional, o que favoreceu a exportação da

fruta brasileira com preços bem superiores aos da temporada 2013. Este cenário fez com que as exportações e a receita obtida com os embarques de manga tivessem forte crescimento. Em volume, a alta foi de 9 %, equivalente a 11 milhões de toneladas, enquanto a receita subiu 10,76 %, ou US\$ 15,9 milhões, avançando para US\$ 163,7 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

Como são encontradas no Brasil diversas cultivares de manga, estudos de caracterização física e química de mangas de variedades regionais são de grande importância na escolha de matérias-primas para consumo in natura ou para industrialização. Para consumo do fruto fresco, a preferência é por frutas com baixa acidez, alto teor de sólidos solúveis e baixo teor de fibras. As indústrias, no geral, preferem mangas com alto rendimento de polpa e altos teores de sólidos solúveis (GONÇALVES et al., 1998; MODESTO, 2013).

## **2.5 Prebióticos**

Os prebióticos são definidos como componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995; OLIVEIRA, 2009). Adicionalmente, o prebiótico pode inibir a multiplicação de patógenos, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro.

O critério para classificação dos prebióticos como ingredientes alimentares, inclui: não ser hidrolisado e nem ser absorvido na parte superior do trato gastrointestinal; ser um substrato seletivo para um número limitado de bactérias potencialmente benéficas ao cólon, que são estimuladas para crescerem e desenvolverem atividades metabólicas; ser capaz de promover uma biota intestinal saudável e, como consequência, induzir efeitos no lúmen que beneficiem o hospedeiro (SILVA, 2007).

Os prebióticos são encontrados naturalmente em alguns alimentos, tais como alho-poró, almeirão, aspargo, banana, alcachofra, alho, cebola, soja, trigo e aveia. Os mais comumente utilizados no enriquecimento de produtos incluem inulina, fruto-oligossacarídeos, gluco-oligossacarídeos, isomalto-oligossacarídeos, oligossacarídeos da soja, xilo-oligossacarídeos e lactulose (PINEIRO et al., 2008).

### **2.5.1 Inulina**

A inulina é um carboidrato do grupo de polissacarídeos chamados frutanos. É composto por uma cadeia principal de unidades de frutose com uma unidade de glicose terminal. E a formação em longas cadeias é responsável pelo aumento de viscosidade em líquidos. As propriedades nutricionais da inulina são baseadas em três fatores: apresenta baixa contribuição calórica, pois a inulina não é hidrolisada no sistema digestivo humano, sendo degradada apenas no cólon através da fermentação de bactérias; afeta os parâmetros fisiológicos do sistema digestivo, como esvaziamento gástrico, tempo de trânsito, pH, e massa fecal de forma similar às fibras dietéticas. Logo, pode ser chamada de “alimento funcional”; e é considerada um prebiótico, pois a ingestão de inulina resulta em um significativo incremento dos benefícios das bifidobactérias (MUNDIM, 2008).

De acordo com Roberfroid (2002) a inulina é uma fibra alimentar amplamente utilizada em produtos alimentícios tanto por seus atributos tecnológicos quanto por seus benefícios nutricionais. O efeito prebiótico da inulina tem sido confirmado por vários estudos em laboratórios e em humanos e, por isso, cada vez mais essa fibra tem sido utilizada no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002).

Em produtos lácteos de baixo teor de gordura, o acréscimo de uma pequena porcentagem de inulina fornece corpo e transmite a sensação de mais cremosidade, equilibrando o sabor. Essa fibra é um excelente substituto de gordura por apresentar propriedades espessantes e formar uma rede de partículas em gel sob alta agitação (RENSIS; SOUZA, 2008).

Devido ao fato de ser composta por cadeia grande (em média 30 unidades de frutose), a inulina apresenta baixa solubilidade e tem a capacidade de formar microcristais quando misturada em água ou leite. Esses microcristais não são perceptíveis na boca, no entanto, eles interagem para formar uma textura finamente cremosa que promovem uma sensação semelhante à da gordura (OLIVEIRA, 2009). Esta fibra tem sido usada com sucesso como substituto de gordura em vários produtos alimentares, como bolos, chocolates, embutidos e produtos lácteos (NINESS, 1999; NITSCHKE; UMBELINO, 2002).

## 2.6 Alimento com propriedade funcional

Alimento funcional é qualquer alimento, natural ou preparado, que contenha uma ou mais substâncias, classificadas como nutrientes ou não nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos para a saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorando a qualidade e a expectativa de vida das pessoas. Pode ainda ser definido como qualquer alimento ou ingrediente alimentar com capacidade de proporcionar benefícios à saúde (SGARBIERI; PACHECO, 1999).

O consumo regular de alimentos funcionais pode, potencialmente, reduzir as chances de certos tipos de câncer, doenças do coração, osteoporose, problemas intestinais e muitos outros problemas de saúde (BOSI, 2008).

De acordo com a Legislação brasileira, os alimentos funcionais podem ter dois tipos de alegações: *Alegação de propriedade funcional* e *Alegação de propriedade de saúde* (BRASIL, 1999d). O Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), regulamentou os alimentos funcionais através das resoluções: ANVISA/MS 16,17,18,19/99 (BRASIL, 1999a; 1999b; 1999c; 1999d). Essas alegações são permitidas em caráter opcional e, no caso de uma nova propriedade funcional, há necessidade de comprovação científica e da segurança de uso, segundo as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos.

A inulina encontra-se na lista de alimentos com alegações de propriedade funcional aprovadas pela ANVISA, permitindo a seguinte alegação: “*A inulina contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis*” desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g de inulina se o alimento for sólido ou 1,5 g se o alimento for líquido (BRASIL, 2008).

A Resolução nº 359 de 23 de dezembro, que aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional, fixa a porção do iogurte em 200 g (BRASIL, 2003). Logo, baseado nas porções recomendadas, como o iogurte é considerado um produto sólido, este deve conter um valor mínimo de 1,5 % de inulina na sua composição para que seja considerado funcional.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Estabelecimento de parâmetro para viscosidade aparente do iogurte caprino

A consistência é uma característica muito importante na aceitação de iogurtes, principalmente para o iogurte caprino que apresenta-se mais fluido que o bovino. A falta de um padrão específico para viscosidade do iogurte caprino na literatura levou à avaliação deste parâmetro em três marcas comerciais de iogurte natural integral bovino comercializadas no Estado do Ceará. Foram realizadas medidas instrumental e sensorial a fim de estabelecer um parâmetro ideal de viscosidade aparente para o iogurte caprino.

##### *3.1.1 Análise sensorial da consistência de iogurte natural integral comercial*

A análise sensorial foi realizada no Restaurante Universitário da Universidade Federal do Ceará (UFC), com a participação de 72 provadores não treinados e voluntários. Foram avaliadas três amostras de iogurte natural integral bovino de diferentes marcas, as quais foram identificadas como amostras X, Y e Z.

Para realização dos testes sensoriais, foi utilizado o delineamento de blocos completos e balanceados, no qual as amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos. As amostras foram servidas em copos plásticos descartáveis, em quantidade padronizada (30 g), sob temperatura de resfriamento. Água à temperatura ambiente e bolacha água e sal foram fornecidas para limpeza do palato entre a avaliação das amostras (STONE; SIDEL, 2004). A consistência dos iogurtes foi avaliada através de dois testes: escala do ideal (-4 = extremamente menos consistente que o ideal; 0 = ideal; 4 = extremamente mais consistente que o ideal) e escala hedônica do tipo estruturada mista de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo) (ABNT, 1998; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

Os resultados da análise sensorial receberam tratamento estatístico através de histogramas de frequência e Análise de Variância Univariada – ANOVA – para determinação de significância estatística dos resultados. As médias obtidas foram comparadas através do teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

### 3.1.2 Análise instrumental da viscosidade aparente de iogurte natural integral comercial

A análise da viscosidade aparente das três amostras de iogurte natural integral bovino foi realizada em reômetro (TA Instruments, modelo Advanced Rheometer AR2000, New Castle, EUA), equipado com geometria cone-placa com 40 mm de diâmetro, ângulo  $0^{\circ} 59' 1''$ , truncamento 28 microns, acoplado a banho termostático e microcomputador. Para análise, foi utilizada alíquota de 1 mL de iogurte e temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , na qual o iogurte é armazenado e consumido. Foram traçadas curvas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento. A viscosidade aparente das amostras foi calculada a uma taxa de cisalhamento de  $100\text{ s}^{-1}$ , que está dentro do intervalo da taxa de cisalhamento empregada na mastigação e no processamento de alimentos (MORRIS, 1984).

### 3.2 Seleção de formulações de iogurte caprino por meio de planejamento experimental e Metodologia de Superfície de Resposta

Para seleção de formulações do iogurte, foi realizado planejamento experimental onde foram variadas as concentrações de inulina e gelatina. Os níveis mínimo e máximo das concentrações de inulina e gelatina (TABELA 2) foram estabelecidos com base nos limites legais, dados da literatura e testes preliminares.

Tabela 2 – Níveis das variáveis independentes do planejamento experimental

Variáveis independentes	Níveis				
	-1,42	-1	0	+1	+1,42
Concentração de inulina (%) – $X_1$	1,17	2,0	4,0	6,0	6,83
Concentração de gelatina (%) – $X_2$	0,12	0,2	0,4	0,6	0,68

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi empregado um delineamento composto central rotacional (DCCR) composto por quatro ensaios fatoriais (combinações entre os níveis -1 e +1), quatro ensaios axiais (uma variável independente no nível  $\alpha$  ou  $-\alpha$  e a outra em 0) e três ensaios centrais (duas variáveis independentes no nível 0), totalizando onze ensaios (RODRIGUES; IEMMA, 2005), apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Ensaio do planejamento experimental para produção de iogurte caprino.

<b>Variáveis</b>				
<b>Codificadas</b>			<b>Reais</b>	
<b>Ensaio</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>Concentração de inulina (%)</b>	<b>Concentração de gelatina (%)</b>
1	-1	-1	2,00	0,20
2	-1	1	2,00	0,60
3	1	-1	6,00	0,20
4	1	1	6,00	0,60
5	-1,42	0	1,17	0,40
6	1,42	0	6,83	0,40
7	0	-1,42	4,00	0,12
8	0	1,42	4,00	0,68
9	0	0	4,00	0,40
10	0	0	4,00	0,40
11	0	0	4,00	0,40

Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para verificar o efeito das concentrações de inulina e gelatina (variáveis independentes) e suas interações sobre a viscosidade aparente (variável resposta) do iogurte. Os dados obtidos no planejamento experimental foram avaliados através do software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007). Foi aplicada a análise de variância (ANOVA) com o intuito de testar a adequação do modelo gerado através da avaliação do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do teste  $F$ . Após o modelo ser definido, foi possível determinar os valores das concentrações de inulina e gelatina que conferiram o valor de viscosidade aparente ideal ao iogurte, estabelecido em testes preliminares. Com base no planejamento experimental, foram selecionadas três formulações de iogurte caprino para realização da pesquisa.

### **3.3 Elaboração do iogurte caprino**

#### ***3.3.1 Matérias-primas e ingredientes***

A matéria-prima utilizada para a elaboração do iogurte foi leite caprino integral (animais da raça Saanem), acondicionado em embalagens plásticas com capacidade para 1 L, adquirido em um capril localizado no município de Fortaleza – CE. As amostras foram transportadas em caixas isotérmicas até o Laboratório de Laticínios da Universidade Federal do Ceará, onde foi congelado e mantido sob congelamento até a elaboração do produto. Além do leite caprino integral, foi utilizado leite caprino em pó (Celles Cordeiro Alimentos Ltda., Nova Friburgo, Brasil), fermento láctico composto de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* na proporção 1:1 (Sacco srl, Y 4.50 B, Cadorago, Itália), sacarose (Alteza Comércio Indústria de Alimentos Ltda., Fortaleza, Brasil), inulina (SENSUS B.V., Roosendaal, Netherlands) e gelatina (Mix Indústria de Produtos Alimentícios Ltda., São Bernardo do Campo, Brasil).

##### ***3.3.1.1 Preparação do inóculo***

Fermento láctico (10 UC) composto pelas culturas liofilizadas *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* foi previamente diluído em 1 litro de leite de cabra integral esterilizado pelo sistema UHT (Celles Cordeiro Alimentos Ltda., Nova Friburgo, Brasil) e acondicionado em tubos estéreis, sob condições assépticas, no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical. Os tubos foram armazenados sob congelamento até a elaboração do iogurte, os quais foram descongelados e inoculados diretamente ao leite.

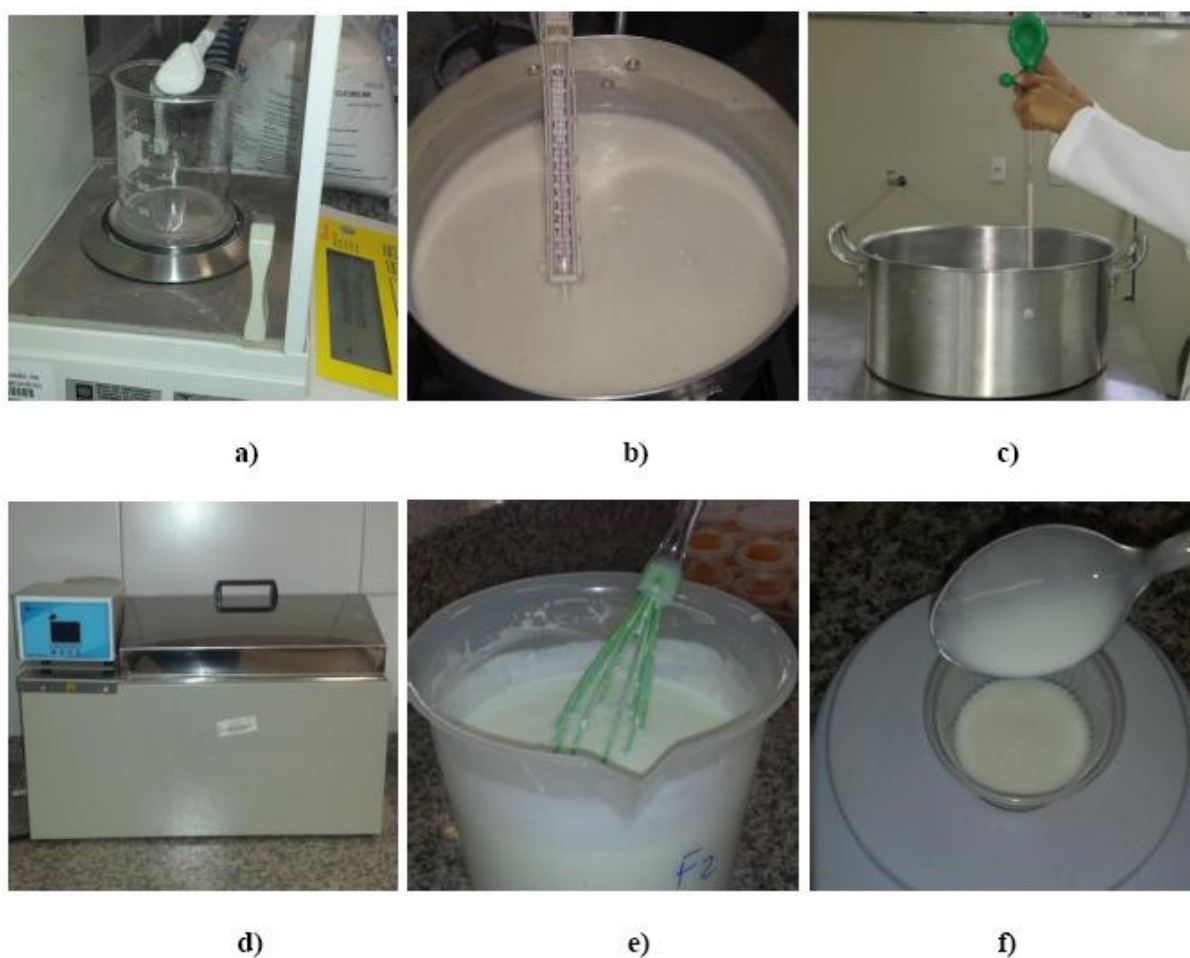
##### ***3.3.2 Etapas de elaboração do iogurte caprino***

As etapas da elaboração do iogurte são apresentadas na Figura 1. Os ingredientes e concentrações mantidos fixos nas formulações foram: leite caprino em pó (3,0 %), sacarose (5,0 %) e fermento láctico (0,1 %). Os percentuais foram calculados em relação ao volume de leite fluido a ser processado. A gelatina e a inulina foram os ingredientes variáveis e suas concentrações para cada formulação foram calculadas através do planejamento experimental



(TABELA 3). O leite caprino em pó, a sacarose, a gelatina e a inulina foram acrescentados ao leite caprino integral e homogeneizados até completa dissolução. A mistura foi submetida ao tratamento térmico de 80-85 °C por 30 minutos e posteriormente, resfriada a 42 °C, para adição do fermento láctico por inoculação direta. A fermentação ocorreu nesta temperatura de 42 °C até atingir acidez de aproximadamente 72 °D. O ponto final da fermentação também foi observado com base na firmeza do coágulo formado. Em seguida, o iogurte foi resfriado à temperatura de 20 °C e na sequência foi refrigerado (5 °C) para cessar a fermentação. O mesmo foi mantido à temperatura de 5 °C durante 15 horas, para estabilização do gel e, então, homogeneizado manualmente para quebra do coágulo. O produto foi armazenado sob resfriamento a 5 °C até realização das análises.

Figura 1 – Etapas de fabricação do iogurte caprino



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Pesagem dos ingredientes; b) tratamento térmico do leite; c) adição do fermento láctico; d) fermentação em banho-maria a 42°C; e) quebra do coágulo; f) envase do iogurte em copos plásticos.

### **3.4 Geleia de manga**

#### ***3.4.1 Matérias-primas e ingredientes***

Para elaboração da geleia, mangas (*Mangifera indica L.*) das variedades Coité, Espada e Tommy Atkins foram utilizadas como matéria-prima. Os ingredientes utilizados foram sacarose (Alteza Comércio Indústria de Alimentos Ltda., Fortaleza, Brasil), pectina (Mago Icap. Ltda., São Paulo, Brasil) e ácido cítrico (Mago Icap. Ltda., São Paulo, Brasil). Os percentuais dos ingredientes foram calculados em relação ao peso de polpa de manga usada no processamento da geleia: sacarose (100 %), pectina (1,5 %) e ácido cítrico (quantidade necessária para reduzir o pH da polpa para 3,2).

#### ***3.4.2 Seleção da variedade de manga***

A seleção da variedade de manga para produção de geleia foi realizada a partir de três variedades produzidas na região: Coité, Espada e Tommy Atkins. A escolha da manga mais adequada ao processo de fabricação da geleia foi baseada nos parâmetros de rendimento da polpa e sólidos solúveis totais (SST - °Brix), pH e cor da polpa e da geleia de manga.

#### ***3.4.3 Etapas da elaboração da geleia de manga***

As mangas foram pesadas para o cálculo do rendimento e, em seguida, foram lavadas com detergente neutro, enxaguadas em água corrente, sanitizadas com hipoclorito de sódio (NaClO) a 200 ppm por 15 minutos, descascadas e despulpadas manualmente com auxílio de facas. A polpa das mangas foi triturada em liquidificador e peneirada para remoção do material fibroso. Uma parte das mangas despulpadas foi reservada para obtenção de pedaços, os quais foram cortados no formato de cubos com dimensões de aproximadamente 0,5 cm.

Depois de verificado o pH da polpa de manga, este foi corrigido com solução de ácido cítrico a 30% até atingir pH 3,2. Em seguida, foi misturado um terço do açúcar e a solução foi levada ao aquecimento até o início da ebulição, aproximadamente 4 minutos. Esse processo é necessário para que ocorra a inversão da sacarose, sendo quebrada em moléculas de frutose e glicose. Na sequência, foi adicionado dois terços do açúcar previamente

homogeneizado com a pectina. Após 10 minutos de aquecimento, os pedaços de manga foram adicionados à geleia, a qual foi mantida sob contínua agitação. Posteriormente, procedeu-se o aquecimento por mais 15 minutos, até a verificação do ponto final da geleia, o qual foi verificado ao observar a manutenção do formato e consistência de uma pequena porção da geleia ao ser adicionada em um recipiente com água fria (KROLOW, 2005).

A geleia ainda quente foi adicionada em copos plásticos com tampa, em quantidade padronizada, equivalente a 30 % do produto final (iogurte com geleia), e armazenada sob resfriamento para posterior adição do iogurte caprino. As etapas de fabricação da geleia são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Etapas de fabricação da geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

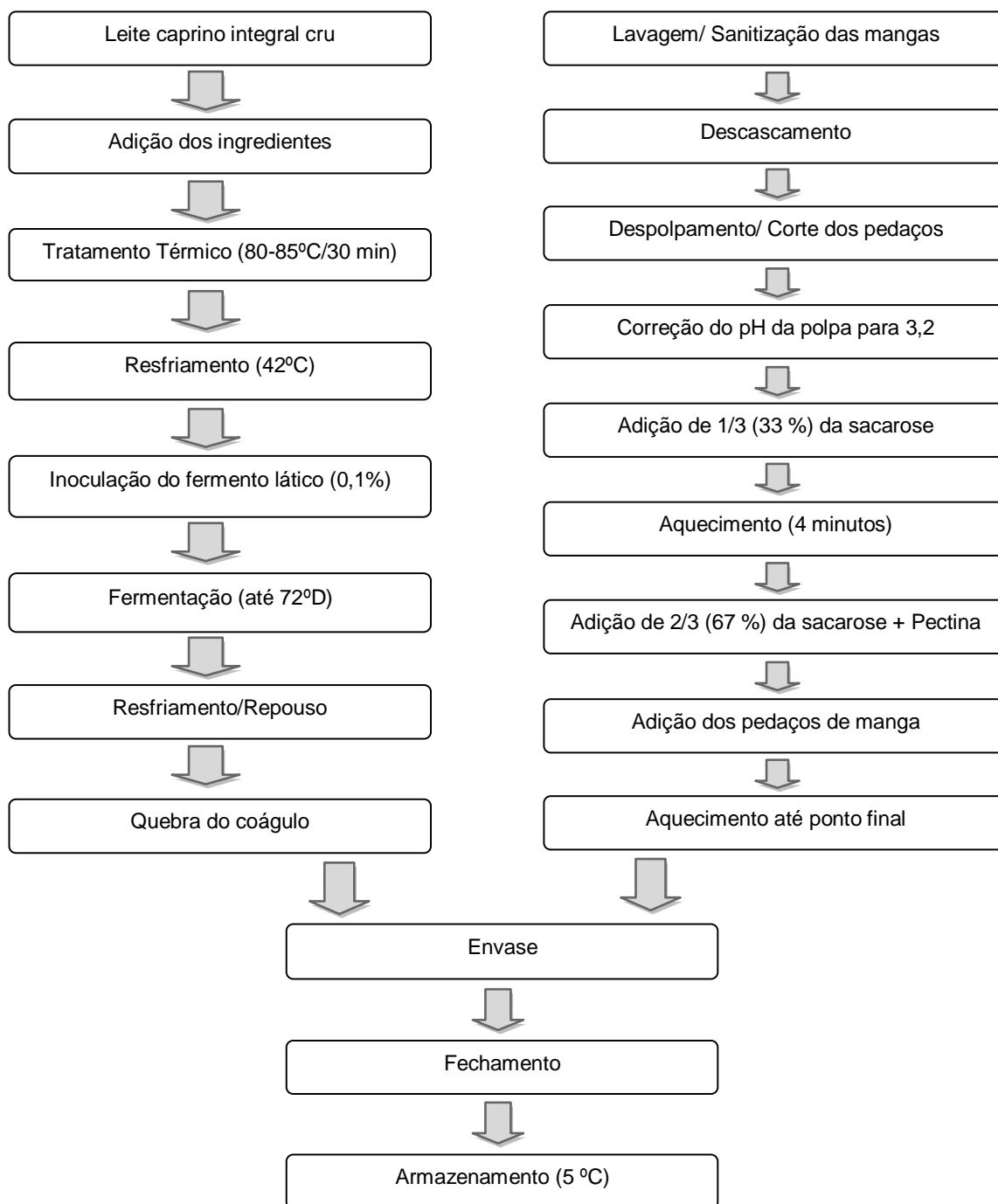
a) Lavagem das mangas; b) descascamento; c) polpa de manga; d) pedaços de manga; e) pesagem dos ingredientes; f) aquecimento da mistura; g) ponto final da geleia; h) envase da geleia; i) armazenamento sob resfriamento (5 °C).

### 3.5 Iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

As três formulações de iogurte caprino selecionadas por meio da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) foram elaboradas seguindo a metodologia descrita no item

3.3.2, adicionadas aos copos plásticos contendo a geleia de manga, e armazenadas sob resfriamento (5 °C) até a realização das análises. O fluxograma de elaboração do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas de elaboração do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.6 Análises físicas, químicas e físico-químicas

A determinação dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos foi realizada para caracterização das matérias-primas, do iogurte caprino e da geleia de manga. Todas as análises foram realizadas em três repetições nos Laboratórios de Laticínios, Carnes e Pescado, Cereais, Frutos Tropicais e Controle de Qualidade do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

Para caracterização do leite caprino foram avaliados pH, acidez titulável, densidade, gordura pelo método de Gerber, extrato seco total (EST) por método indireto e extrato seco desengordurado (ESD), segundo metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Nas mangas, foram analisados o teor de sólidos solúveis totais por refratometria, acidez titulável e pH, segundo metodologia do IAL (2008). As amostras de iogurte foram analisadas quanto aos sólidos totais em estufa a 105 °C, cinzas em mufla a 550 °C, gordura pelo método de Gerber, açúcares redutores e não redutores, acidez titulável e pH, segundo metodologia do IAL (2008), proteína pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2001) e atividade de água em equipamento específico (AQUALAB, 4TE, Decagon Devices, Pullman, EUA). A geleia de manga foi analisada quanto aos sólidos totais em estufa a 105 °C, cinzas, açúcares redutores e não redutores, acidez titulável e pH, segundo metodologia do IAL (2008), sólidos solúveis totais por refratometria e atividade de água em equipamento específico (AQUALAB, 4TE, Decagon Devices, Pullman, EUA).

### 3.7 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no 1º e 30º dias após a elaboração dos produtos. Durante esse período, o iogurte caprino adicionado de geleia de manga foi mantido sob resfriamento à temperatura de 5 °C.

A qualidade microbiológica do produto final foi determinada pela contagem de coliformes termotolerantes e bolores e leveduras, conforme estabelece a legislação brasileira (BRASIL, 2001), e pela contagem de bactérias lácticas totais, segundo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007). Além disso, foi realizada a pesquisa de *Salmonella* spp. e a contagem de estafilococos coagulase positiva.

A enumeração de coliformes termotolerantes foi realizada conforme metodologia descrita no manual de análises microbiológicas da Food and Drug Administration (FENG et

al., 2002). Diluições adequadas da amostra foram inoculadas em caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (Difco, Sparks, EUA) e incubadas a 35 °C. As culturas dos tubos com resultado presuntivo positivo no caldo LST (contendo gás), após 24 e 48 h de incubação a 35 °C, foram transferidas para o caldo *Escherichia coli* (EC) (Difco, Sparks, EUA) e incubados a 45 °C. Pelo número de tubos positivos no caldo EC em cada uma das diluições empregadas, determinou-se o Número Mais Provável de Coliformes termotolerantes por grama de amostra.

A contagem de estafilococos coagulase positiva foi realizada conforme a metodologia recomendada pelo Food and Drug Administration (BENNET; LANCETTE, 2001). As diluições da amostra foram semeadas na superfície de ágar Baird Parker (BP) (Difco, Sparks, EUA) e as placas foram incubadas a 35 °C por 48 h. Os resultados foram expressos em UFC/g.

A determinação de bolores e leveduras foi realizada em placas Petrifilm™, inoculadas com alíquotas de 1,0 mL das diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-4}$  e incubadas a 25 °C, por 3 a 5 dias (AOAC, 2002). Os resultados foram expressos em UFC/g.

A contagem da população de bactérias lácticas foi realizada em ágar Man Rogosa e Sharpe (MRS) (Difco, Sparks, EUA) por plaqueamento em superfície e incubação em anaerobiose a  $35 \pm 2$  °C/ 48 h, segundo metodologia descrita por Hall et al. (2001), com alterações. O resultado foi expresso em UFC/g.

A detecção de *Salmonella* spp. foi realizada pelo método rápido qualitativo 1-2 Test® (Bio Control) conforme Método Oficial AOAC 989.13 (AOAC, 2000), o qual é baseado na técnica de imunodifusão. Uma amostra de 25 g do produto foi adicionada de 225 mL de caldo lactosado e incubada 35 °C/ 24 h. Após o pré-enriquecimento, 0,1 mL da cultura foi inoculada na unidade teste contendo 1 gota de iodo-iodeto de potássio e anticorpos e incubado 35 °C/ 48 h. A formação de imunobanda na parte superior do gel de motilidade indica a presença de *Salmonella* spp.

### 3.8 Análises sensoriais

A análise sensorial das formulações selecionadas de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (FIGURA 4), utilizando-se 90 provadores não treinados e voluntários.

Figura 4 – Análise sensorial do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



a)

b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

a) cabines individuais utilizadas; b) amostras e ficha sensorial.

Para realização dos testes, foi entregue aos potenciais consumidores um questionário de recrutamento para avaliar faixa etária, sexo, escolaridade, o quanto gostavam de iogurtes, frequência e forma de consumo. Antes da análise sensorial, os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que tem como objetivo esclarecer aos participantes os procedimentos, riscos, desconfortos, benefícios e direitos envolvidos na pesquisa.

Foram avaliadas três amostras utilizando delineamento de blocos completos balanceados. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e servidas em copos plásticos descartáveis, em quantidade padronizada (40 g), sob temperatura de resfriamento. Água à temperatura ambiente foi fornecida para limpeza do palato entre a avaliação das amostras (STONE; SIDEL, 2004).

No teste de aceitação foram avaliados a aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global das amostras, utilizando-se escala hedônica do tipo estruturada mista de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo) (ABNT, 1998; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Foi avaliada a preferência das amostras por meio do teste de ordenação preferência. Foram analisadas a consistência e doçura das amostras utilizando-se escala do ideal (-4 = extremamente menos consistente/doce que o ideal; 0 = ideal; 4 = extremamente mais consistente/doce que o ideal). Também foi avaliada a atitude de compra dos provadores em relação às três amostras de iogurte caprino com geleia de manga, através de escala de cinco pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse; 5 = certamente compraria).



### **3.9 Análise estatística**

Os resultados das análises físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais receberam tratamento estatístico por meio de Análise de Variância – ANOVA – para determinação de significância estatística dos resultados. As médias obtidas para as amostras estudadas foram comparadas através do teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os dados foram tratados com o auxílio do software Statística 7.0 (STATSOFT, 2007). Os resultados da análise sensorial também foram avaliados por meio de histogramas de frequência e para análise da preferência, verificou-se a diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras por meio do teste de Friedman (DUTCOSKY, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estabelecimento de parâmetro para viscosidade aparente do iogurte caprino

#### 4.1.1 Análise sensorial da consistência de iogurte natural integral comercial

As três amostras de iogurte bovino foram avaliadas sensorialmente pelo parâmetro de consistência. As médias obtidas no teste de aceitação para a consistência das amostras X, Y e Z foram, respectivamente, 5,76; 6,44 e 6,81 (TABELA 4). A consistência da amostra X diferiu, ao nível de 5% de significância, das amostras Y e Z, que não diferiram significativamente entre si. Portanto, a amostra X foi a menos aceita, apresentando consistência inferior às demais. As médias das amostras Y e Z, as quais obtiveram melhores resultados, encontraram-se entre as categorias 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) da escala hedônica utilizada.

Tabela 4 – Valores médios da avaliação da aceitação do atributo consistência de iogurte natural integral comercial

Amostra	Consistência
X	5,76 <sup>b</sup>
Y	6,44 <sup>a</sup>
Z	6,81 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

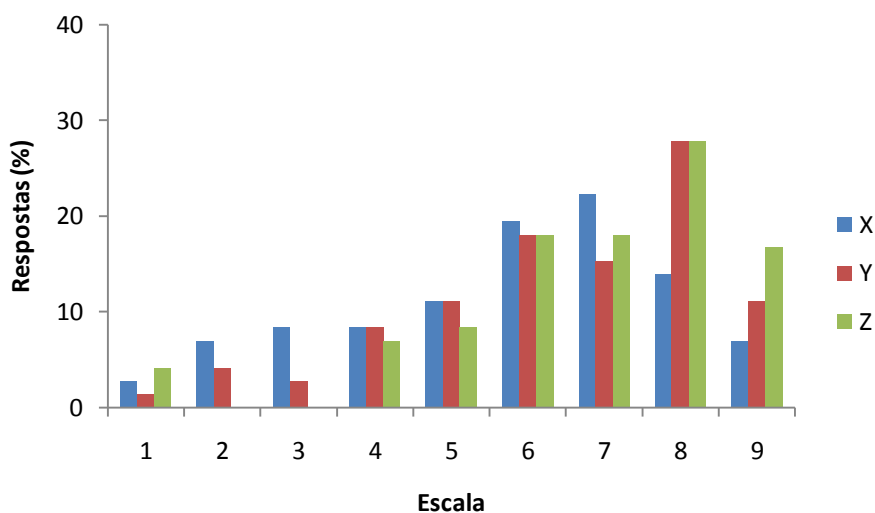
<sup>a,b</sup>As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma coluna, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

X, Y e Z: marcas comerciais de iogurte natural integral bovino

Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

A distribuição das notas de aceitação da consistência pelos provadores pode ser visualizada na Figura 5, onde pode-se observar que o maior percentual de respostas está distribuído na faixa de aceitação da escala (entre as categorias 6=gostei ligeiramente e 9=gostei muitíssimo). A amostra X obteve 62,5% de respostas entre estas categorias da escala, enquanto a amostra Y alcançou um total de 72,22%. Já a amostra Z obteve melhor desempenho, acumulando 80,56% das notas na faixa de aceitação da escala hedônica.

Figura 5 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo consistência de iogurte natural integral comercial



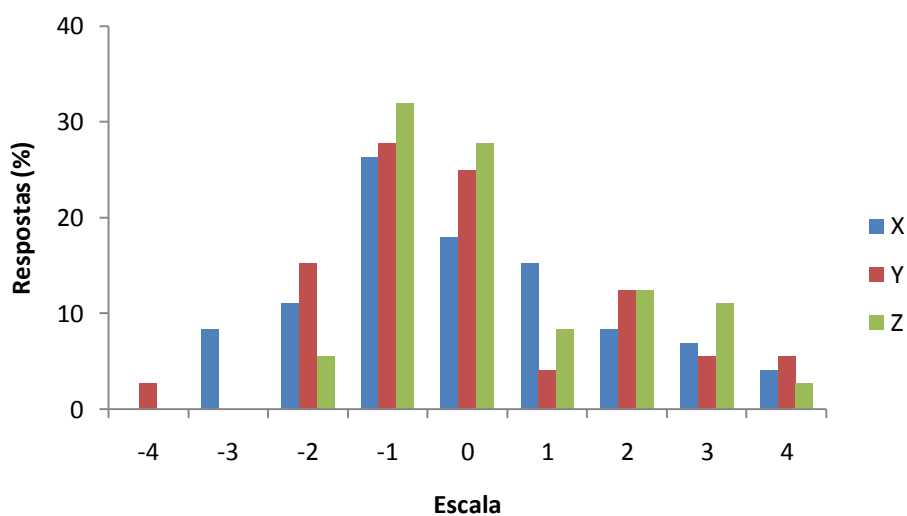
Fonte: Elaborado pelo autor.

X, Y e Z: marcas comerciais de iogurte natural integral bovino

Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

A distribuição das notas obtidas no teste da escala do ideal para avaliação da consistência das amostras pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da consistência por meio de escala do ideal de iogurte natural integral comercial



Fonte: Elaborado pelo autor.

X, Y e Z: marcas comerciais de iogurte natural integral bovino

Escala do ideal (-4 = extremamente menos consistente que o ideal; 0 = ideal; 4 = extremamente mais consistente que o ideal).

Os iogurtes avaliados obtiveram maiores percentuais de respostas nas categorias “-1” (ligeiramente menos consistente que o ideal) e “0” (ideal) da escala. O percentual de respostas entre as categorias -1 e -4 da escala, equivalente a “menos consistente que o ideal” foi superior ao percentual obtido entre as categorias 1 e 4, correspondente a “mais consistente que o ideal”, para as três amostras analisadas, sugerindo que estas deveriam apresentar consistência pouco mais firme para atingir o ideal.

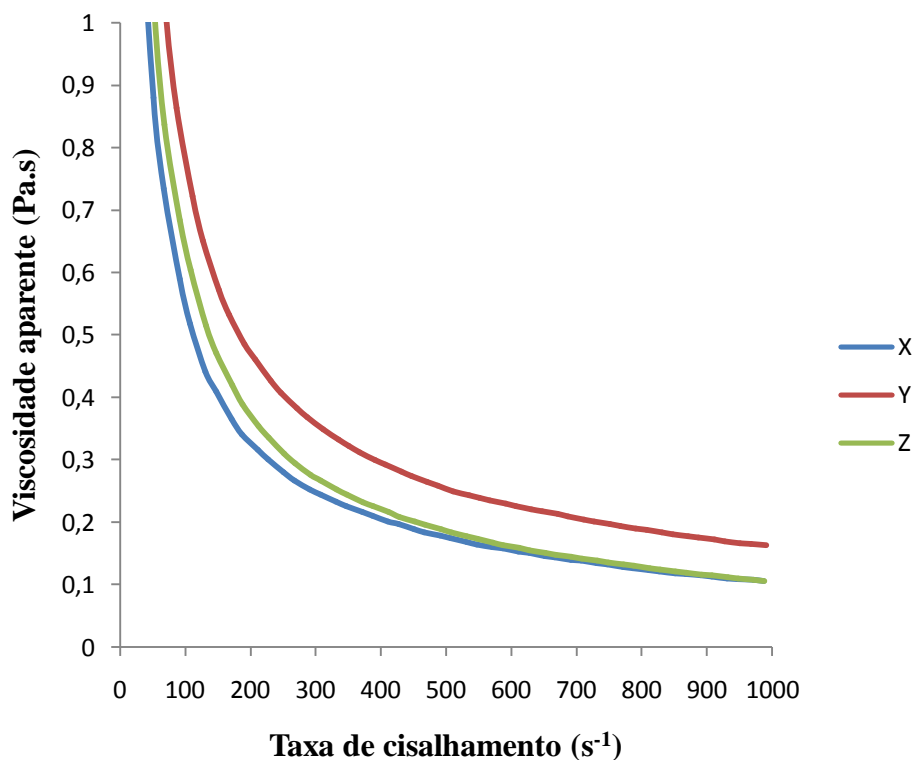
A amostra X obteve 45,83% das respostas nas categorias “menos consistente que o ideal”, 18,06% na categoria “ideal” e 34,72% nas categorias “mais consistente que o ideal”, apresentando menor percentual que as demais amostras no ponto zero (ideal). Enquanto a amostra Y alcançou 45,83% das respostas nas categorias “menos que o ideal”, 25,00% na categoria “ideal” e 29,17% nas categorias “mais que o ideal”. Já a amostra Z obteve percentuais distribuídos de forma mais uniforme, apresentando 37,50% das respostas nas categorias “menos que o ideal”, 27,78% na categoria “ideal” e 34,72% nas categorias “mais que o ideal”, exibindo maior percentual de respostas, dentre as amostras avaliadas, na categoria correspondente à consistência ideal.

A partir dos resultados obtidos nos testes sensoriais, pode-se observar que a consistência das três amostras não alcançou o mínimo de 70% de idealidade, entretanto, a amostra Z destacou-se das demais, apresentando resultados superiores para a característica avaliada.

#### ***4.1.2 Análise instrumental da viscosidade aparente de iogurte natural integral comercial***

A partir dos resultados obtidos na análise instrumental, foram traçadas curvas de viscosidade, à temperatura de 10 °C, que é a temperatura na qual o iogurte é armazenado e consumido (FIGURA 7).

Figura 7 – Curvas de viscosidade a 10 °C de três amostras de iogurte natural integral comercial



Fonte: Elaborado pelo autor.

X, Y e Z: marcas comerciais de iogurte natural integral bovino

As curvas de viscosidade dos três iogurtes apresentaram comportamento semelhante. Observou-se que a viscosidade aparente das amostras diminuiu à medida que a taxa de cisalhamento aumentou, caracterizando o comportamento de fluido pseudoplástico. Segundo Bezerra (2010), a redução da viscosidade mediante a taxa de deformação tem importante repercussão tecnológica, pois facilita, por exemplo, a etapa de envase do produto final.

A mensuração da viscosidade aparente das amostras de iogurte natural bovino foi calculada a partir das curvas de viscosidade, a uma taxa de cisalhamento de 100 s<sup>-1</sup>. As amostras X, Y e Z apresentaram viscosidade aparente de, respectivamente, 0,547; 0,807 e 0,643 Pa.s. As três amostras apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância.

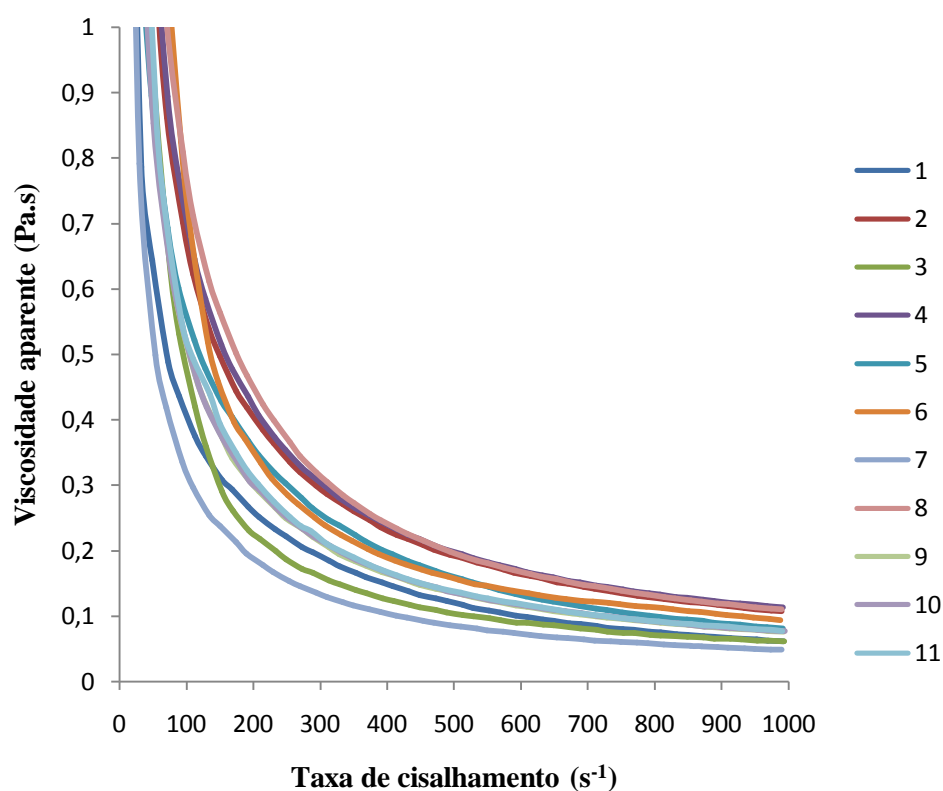
Como a amostra Z obteve melhores resultados de idealidade de consistência na análise sensorial, a viscosidade aparente de 0,643 foi estabelecida como parâmetro de

referência para seleção de formulações de iogurte caprino através do planejamento experimental e da Metodologia de Superfície de Resposta.

#### 4.2 Seleção de formulações de iogurte caprino por meio de planejamento experimental e Metodologia de Superfície de Resposta

As curvas de viscosidade das 11 formulações de iogurte caprino (FIGURA 8), desenvolvidas a partir do planejamento experimental, foram obtidas sob as mesmas condições que as curvas dos iogurtes comerciais.

Figura 8 – Curvas de viscosidade a 10 °C de 11 amostras de iogurte caprino adicionado de diferentes concentrações de gelatina e inulina



Fonte: Elaborado pelo autor.

1 = 2% de inulina; 0,2% de gelatina; 2 = 2% de inulina; 0,6% de gelatina; 3 = 6% de inulina; 0,2% de gelatina; 4 = 6% de inulina; 0,6% de gelatina; 5 = 1,17% de inulina; 0,4% de gelatina; 6 = 6,83% de inulina; 0,4% de gelatina; 7 = 4% de inulina; 0,12% de gelatina; 8 = 4% de inulina; 0,68% de gelatina; 9 = 4% de inulina; 0,4% de gelatina; 10 = 4% de inulina; 0,4% de gelatina; 11 = 4% de inulina; 0,4% de gelatina

As curvas de viscosidade das onze amostras apresentaram comportamento semelhante às amostras de iogurte comerciais, com redução da viscosidade aparente à medida que aumentou a taxa de cisalhamento (FIGURA 8).

Os ensaios 7 e 8 obtiveram o menor e maior valores para a viscosidade aparente (TABELA 5). Os resultados encontrados estão relacionados, principalmente, com a concentração de gelatina nessas amostras. A amostra 7 (0,12% de gelatina; 4% de inulina) apresentou viscosidade aparente de 0,313 Pa.s, enquanto a amostra 8 (0,68% de gelatina; 4% de inulina) obteve 0,813 Pa.s, evidenciando essa relação.

Tabela 5 – Viscosidade aparente a taxa de cisalhamento de  $100 \text{ s}^{-1}$  de amostras de iogurte caprino adicionado de diferentes concentrações de gelatina e inulina

Ensaio	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais		Viscosidade aparente (Pa.s)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Concentração de inulina (%)	Concentração de gelatina (%)	
1	-1	-1	2,00	0,20	0,427
2	-1	1	2,00	0,60	0,699
3	1	-1	6,00	0,20	0,422
4	1	1	6,00	0,60	0,703
5	-1,42	0	1,17	0,40	0,578
6	1,42	0	6,83	0,40	0,701
7	0	-1,42	4,00	0,12	0,313
8	0	1,42	4,00	0,68	0,813
9	0	0	4,00	0,40	0,545
10	0	0	4,00	0,40	0,534
11	0	0	4,00	0,40	0,521

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ). Os efeitos estimados das variáveis inulina e gelatina e suas interações sobre a viscosidade aparente do iogurte caprino podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 – Efeitos estimados para a viscosidade aparente do iogurte caprino

<b>Fatores</b>	<b>Efeito estimado</b>	<b>Erro puro</b>	<b>t(2)</b>	<b>p-valor</b>
Média	0,533333	0,006936	76,89109	0,000169
Inulina (L)	0,043237	0,008495	5,08965	0,036503
Inulina (Q)	0,086917	0,010111	8,59609	0,013264
Gelatina (L)	0,315027	0,008495	37,08336	0,000726
Gelatina (Q)	0,010417	0,010111	1,03021	0,411196
Inulina x Gelatina	0,004500	0,012014	0,37457	0,743969

Fonte: Elaborado pelo autor.

O efeito estimado indica o quanto cada fator influi na resposta estudada, pois quanto maior o seu valor em módulo, maior é a sua influência. Um efeito positivo indica que o aumento da variável provoca um aumento na resposta, já o efeito negativo indica que para um aumento da variável ocorre uma diminuição na resposta.

Conforme observado, os fatores que apresentaram efeitos significativos a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ) foram inulina (L), inulina (Q) e gelatina (L). Pode-se verificar que o efeito linear da gelatina apresentou maior influência na viscosidade aparente do iogurte caprino.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e verificada a significância da regressão em nível de 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o teste F (TABELA 7).

Tabela 7 – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para a viscosidade aparente do iogurte caprino

<b>Fontes de Variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F calculado</b>
Regressão	0,21309	3	0,07103	48,65
Resíduos	0,01022	7	0,00146	
Falta de ajuste	0,00993	5	0,00199	13,76
Erro puro	0,00029	2	0,00014	
Total	0,22331	10		

Fonte: Elaborado pelo autor.

% variação explicada ( $R^2$ ) = 95,42%;  $F_{3; 7; 0,05} = 4,35$ ;  $F_{5; 2; 0,05} = 19,30$



Analisando os valores obtidos, observou-se que o modelo apresentou regressão significativa em nível de 95% de confiança (F calculado superior ao F tabelado) com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,9542, evidenciando que o modelo explicou 95,42% da variação dos dados experimentais (TABELA 7). Além disso, a falta de ajuste não foi significativa, indicando que o modelo é preditivo. Os coeficientes da regressão para a viscosidade aparente do iogurte caprino podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Coeficientes de regressão para a viscosidade aparente do iogurte caprino

<b>Fatores</b>	<b>Coeficientes de regressão</b>	<b>Erro puro</b>	<b>t(2)</b>	<b>p-valor</b>
Média	0,347677	0,020187	17,22253	0,003354
Inulina (L)	-0,073044	0,009895	-7,38220	0,017860
Inulina (Q)	0,010482	0,001208	8,67687	0,013023
Gelatina (L)	0,787567	0,021238	37,08336	0,000726

Fonte: Elaborado pelo autor.

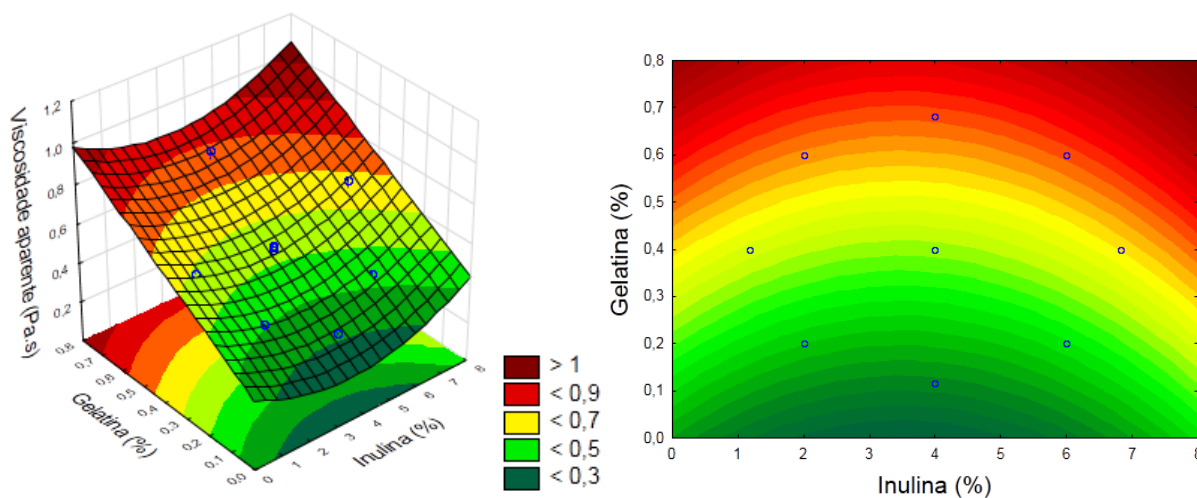
O modelo estatístico reduzido proposto para representar a viscosidade do iogurte caprino em função da adição de gelatina e inulina é o seguinte:

$$V = 0,3477 - 0,0730 (I) + 0,0105 (I)^2 + 0,7876 (G)$$

Em que, I = inulina (%); G = gelatina (%); V = viscosidade aparente (Pa.s).

A superfície de resposta e as curvas de nível geradas por meio do modelo proposto podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9 – Superfície de resposta e curvas de nível para a viscosidade aparente do iogurte caprino em função das concentrações de inulina e gelatina



Fonte: Elaborado pelo autor.

A superfície de resposta quadrática e as curvas de nível confirmaram a análise de efeitos e permitiram visualizar a variação da resposta para cada parâmetro estudado (inulina e gelatina). Observou-se que a viscosidade aparente do iogurte caprino aumentou à medida que as concentrações de gelatina e inulina aumentaram, sendo o efeito linear da gelatina bem mais expressivo sobre a variável resposta.

Para valores da concentração de gelatina abaixo de 0,4%, a viscosidade aparente foi inferior a 0,5 Pa.s, encontrando-se abaixo do parâmetro ideal de viscosidade de 0,64 Pa.s estimado nos testes preliminares. Entretanto, para concentrações de gelatina acima de 0,5%, notou-se que a consistência do iogurte apresentou-se gelatinizada, descaracterizando o produto. Portanto, o intervalo das concentrações de gelatina utilizado para seleção das formulações foi entre 0,4 e 0,5%.

Dessa forma, foram calculados, a partir do modelo obtido, diferentes níveis de inulina e gelatina, e obteve-se três formulações de iogurte caprino com viscosidade aparente aproximada a 0,64 Pa.s, conforme observado nos resultados obtidos nos testes preliminares com iogurtes comerciais. As formulações selecionadas para avaliação microbiológica, sensorial e caracterização físico-química foram: formulação A (3% de inulina; 0,5% de gelatina), formulação B (5% de inulina; 0,45% de gelatina) e formulação C (7% de inulina; 0,4% de gelatina).

### 4.3 Seleção da variedade de manga para elaboração da geleia

Os resultados da caracterização das polpas de manga Espada, Coité e Tommy Atkins são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros das polpas de manga

<b>Parâmetros</b>	<b>Espada</b>	<b>Coité</b>	<b>Tommy Atkins</b>
Rendimento (%)	55,49±3,31 <sup>b</sup>	68,20±3,91 <sup>a</sup>	58,51±3,18 <sup>b</sup>
SST (°Brix)	20,27±0,72 <sup>a</sup>	12,13±0,21 <sup>b</sup>	11,70±0,17 <sup>b</sup>
pH	4,23±0,01 <sup>a</sup>	3,52±0,10 <sup>c</sup>	4,17±0,01 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>a,b,c</sup>As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

SST – Sólidos solúveis totais

A variedade Coité apresentou rendimento (68,20%) superior às variedades Espada (55,49%) e Tommy Atkins (58,51%), diferindo significativamente destas ao nível de 5% de significância. O rendimento de polpa é um parâmetro muito usado na seleção de cultivares com indicação para agroindústria no processamento de polpa para sucos, néctares e outros produtos de frutas, sendo aceitáveis somente aqueles cujas polpas tenham rendimentos superiores a 60% (GALLI et al., 2011).

O maior teor de sólidos solúveis totais foi encontrado na variedade Espada (20,27 °Brix), apresentando diferença significativa em relação às variedades Coité (12,13 °Brix) e Tommy (11,70 °Brix).

Bezerra (2009) caracterizou físico-quimicamente quatro variedades de manga (Coité, Espada, Rosa e Tommy Atkins), obtidas no comércio de Fortaleza – CE. O autor detectou teores de sólidos solúveis de 16,65; 13,08 e 12,60 °Brix, respectivamente, para as variedades Espada, Coité e Tommy Atkins. Estes valores foram inferiores aos observados no presente trabalho para a variedade Espada e superiores para as variedades Coité (12,13 °Brix) e Tommy (11,70 °Brix). O autor também não observou diferença significativa entre o teor de sólidos solúveis totais entre as variedades Coité e Tommy Atkins. Os sólidos solúveis totais são usados como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas, principalmente açúcares. Esse teor varia conforme o estágio de maturação e variedade do fruto (BEZERRA, 2009; CHAVES et al., 2004).

As três variedades diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) quanto ao pH, sendo que a manga Coité apresentou menor valor (3,52), o que é desejável para elaboração da geleia, pois o pH ideal para formação do gel durante a produção de geleias é entre 3,0 e 3,2 (MAIA et al., 2009). As variedades Espada e Tommy apresentaram pH superior a 4,0. Os resultados obtidos por Bezerra (2009) para esse parâmetro foram 4,17 (Espada), 3,88 (Coité) e 3,92 (Tommy Atkins).

Os resultados observados estão coerentes com os dados encontrados na literatura. Entretanto, variações na caracterização física e química de mangas podem ser atribuídas à diferenças entre as variedades estudadas, metodologias de análise utilizadas, estágio de maturação do fruto e diferenças entre as regiões produtoras.

Os resultados encontrados nas análises das geleias elaboradas a partir das três variedades de manga estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros de geleias elaboradas a partir de três variedades de manga

<b>Parâmetros</b>	<b>Espada</b>	<b>Coité</b>	<b>Tommy Atkins</b>
SST (°Brix)	67,17±1,57 <sup>b</sup>	61,70±1,47 <sup>c</sup>	76,50±1,22 <sup>a</sup>
pH	3,60±0,02 <sup>ab</sup>	3,62±0,01 <sup>a</sup>	3,57±0,01 <sup>b</sup>
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	1,16±0,004 <sup>a</sup>	1,11±0,004 <sup>b</sup>	1,12±0,031 <sup>ab</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>a,b,c</sup>As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

SST – Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais observado na geleias foi de 61,70 °Brix, para a variedade Coité, 67,17 °Brix, para a geleia elaborada com a variedade Espada, e 76,50 °Brix, para a variedade Tommy Atkins, havendo diferença, ao nível de 5% de significância, entre as três variedades avaliadas. Em estudo das características química e física de geleia de manga elaborada a partir da variedade Tommy Atkins, Polesi et al. (2011) detectaram teor de sólidos solúveis de 59 °Brix, inferior aos observados no presente estudo.

De acordo com Viana et al. (2012), o teor de sólidos solúveis ideal para geleias é de 67,5 °Brix, sendo que, para valores menores (64 °Brix), o gel torna-se mais fraco, e acima (71 °Brix) pode ocorrer a cristalização da geleia. O autor encontrou teor de sólidos solúveis das formulações variando entre 63,9 e 65,4 °Brix, para geleias elaboradas com polpa de mão e araçá-boi.

Entretanto, a geleia elaborada a partir da variedade Coité proporcionou teor de sólidos solúveis ideal para o produto, pois a geleia não pode ser muito firme, ao contrário dificultaria a mistura com o iogurte.

As geleias elaboradas com as variedades de manga Espada, Coité e Tommy apresentaram valores de pH de 3,60; 3,62 e 3,57, respectivamente. Houve diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) apenas entre as variedades Coité e Tommy. Os valores de pH obtidos foram maiores que os observados por Motta (2006), que variou de 3,2 a 3,4; e Polesi et al. (2011), que encontraram pH de 3,51; porém foram semelhantes aos verificados por Granada et al. (2005), na faixa de 3,5 a 3,8.

Para a acidez titulável total (g ácido cítrico/100g do produto), somente as variedades Espada e Coité apresentaram diferença significativa. Os teores obtidos nas geleias foram de 1,16; 1,11 e 1,12% de ácido cítrico para as variedades Espada, Coité e Tommy Atkins, respectivamente. Os resultados foram superiores aos observados por Polesi et al. (2011), que encontraram acidez titulável de 0,36% de ácido cítrico para geleia de manga da variedade Tommy Atkins, e inferiores aos verificados por Motta (2006), que observou valores de 1,22 a 1,79% em geleias de amora-preta.

Os resultados da avaliação dos parâmetros colorimétricos das polpas e geleias elaboradas a partir de três variedades de manga podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação dos parâmetros colorimétricos de polpas e geleias obtidas a partir de três variedades de manga

<b>Parâmetros</b>	<b>Espada</b>	<b>Coité</b>	<b>Tommy Atkins</b>
<b>Polpa</b>			
L*	54,21±0,04 <sup>a</sup>	50,01±0,52 <sup>b</sup>	45,73±0,15 <sup>c</sup>
a*	-5,77±0,01 <sup>c</sup>	-1,12±0,06 <sup>a</sup>	-3,42±0,06 <sup>b</sup>
b*	50,85±0,02 <sup>a</sup>	40,97±1,02 <sup>b</sup>	38,84±0,29 <sup>c</sup>
<b>Geleia</b>			
L*	29,24±0,53 <sup>b</sup>	32,84±0,42 <sup>a</sup>	28,34±0,18 <sup>b</sup>
a*	-0,87±0,09 <sup>b</sup>	1,30±0,58 <sup>a</sup>	1,66±0,08 <sup>a</sup>
b*	22,57±0,10 <sup>b</sup>	28,80±3,05 <sup>a</sup>	19,74±0,22 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Os valores observados para a luminosidade  $L^*$ , coordenada  $a^*$  e coordenada  $b^*$  das polpas de manga apresentaram diferença, ao nível de 5% de significância, para as três amostras avaliadas. A luminosidade  $L^*$  da polpa de manga Espada (54,21) foi maior que a da Coité (50,01) e da Tommy Atkins (45,73), portanto a última apresentou coloração mais escura que as demais. Para a coordenada  $a^*$ , que varia de verde (-60) a vermelho (+60), percebe-se pelos valores negativos, que a cor apresentou um leve tom de verde para as três variedades. Para a coordenada  $b^*$ , que indica a faixa que varia do azul (-60) ao amarelo (+60), como é de se esperar pela cor da polpa da fruta, as três apresentaram valores positivos, equivalentes a cor amarela.

Para a caracterização da cor das geleias, o valor encontrado para a luminosidade  $L^*$  da geleia elaborada com a manga Coité foi maior (32,84) que os demais, diferindo, ao nível de 5% de significância das variedades Espada e Tommy Atkins. Para a coordenada  $a^*$ , observaram-se valores próximos ao zero, indicando que o leve tom de verde observado nas polpas foi perdido após o processamento das geleias. Para a coordenada  $b^*$ , as três amostras apresentaram valores positivos inferiores aos encontrados nas polpas, sendo visualmente observada uma coloração amarela levemente opaca.

A geleia elaborada a partir da manga Coité apresentou coloração amarela mais intensa e brilhante que as elaboradas com as variedades Espada e Tommy Atkins, ou seja, apresentou cor mais atrativa, com características mais próximas as observadas na matéria-prima.

Polesi et al. (2011), ao avaliarem a cor de geleia de manga elaborada a partir da variedade Tommy Atkins, encontraram valores de 3,92; 2,19 e 24,96 para luminosidade ( $L^*$ ), coordenada  $a^*$  e coordenada  $b^*$ , respectivamente. Apresentando valores próximos para as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  observados neste trabalho, e obtendo luminosidade  $L^*$  bem menor que as observadas na presente pesquisa.

Verificou-se que houve escurecimento da polpa durante a elaboração das geleias, o que pode ser explicado pelas reações de Maillard e de caramelização, ocorridas durante o processo de evaporação no processamento das geleias, no qual a temperatura e os teores de sólidos solúveis aumentam, enquanto que a atividade de água diminui, proporcionando um meio perfeito para a ocorrência das reações de escurecimento não-enzimáticas (FELLOWS, 2006).

Diante dos resultados obtidos nas análises de caracterização das polpas e geleias das três variedades de manga (Coité, Espada e Tommy Atkins), foi selecionada a variedade

adequada para elaboração da geleia que compõe o produto final. A variedade selecionada foi a Coité, devido aos seguintes fatores:

- Maior rendimento da polpa, conferindo menor valor final ao produto;
- Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) apropriado para a geleia que deve ser facilmente misturada ao iogurte;
- pH da polpa próximo ao pH de formação do gel durante a produção da geleia, necessitando de menos ácido para correção da acidez, conferindo menos gastos ao produto final;
- Cor mais atrativa da geleia elaborada a partir dessa variedade de manga.

#### **4.4 Análises físicas, químicas e físico-químicas**

##### ***4.4.1 Caracterização das matérias-primas***

Os parâmetros avaliados no leite caprino utilizado como matéria-prima para elaboração do iogurte (TABELA 12) encontram-se dentro dos requisitos estabelecidos pela Instrução Normativa n.º. 37 de 2000, que define os padrões de produção, identidade e qualidade do leite de cabra (BRASIL, 2000), com exceção do teor de sólidos não-gordurosos, o qual se apresentou ligeiramente inferior ao exigido pela legislação, que exige no mínimo 8,20%. O teor médio de extrato seco desengordurado encontrado no leite caprino avaliado foi de 7,78%, o que pode ser proveniente de características específicas do rebanho. Cenachi (2012) também avaliou leite de cabra da raça Saanen e detectou teor médio de 3,6% de gordura e 7,87% de sólidos não gordurosos, evidenciando essa redução de extrato seco desengordurado no leite caprino oriundo dessa raça. Essas diferenças na composição do leite caprino também podem ser provenientes de variações na dieta e manejo do rebanho, estação do ano, condições ambientais, período de lactação, dentre outros fatores.

Tabela 12 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização do leite caprino

<b>Parâmetros</b>	<b>Leite caprino</b>
pH	6,55±0,05
Acidez (g de ácido láctico/100g)	0,16±0,01
Densidade a 15 °C (g/ mL)	1,028±0,001
Gordura (%)	3,27±0,12
Extrato seco total (%)	11,05±0,13
Extrato seco desengordurado (%)	7,78±0,02

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os demais parâmetros avaliados atenderam à legislação específica e foram similares aos resultados observados por outros autores e dados da literatura (BEZERRA, 2010; CENACHI, 2012; GARCIA, 2011; SILVA, 2012). A acidez do leite caprino, verificada por meio das análises de pH e acidez titulável, evidenciou que não houve deterioração por micro-organismos, com produção de ácido, pois encontrou-se dentro dos padrões exigidos. A densidade a 15 °C observada foi de 1,028 g/ mL. Esse parâmetro pode ser útil na detecção de adulteração do leite, uma vez que a adição de água causa diminuição da densidade, enquanto a retirada de gordura resulta em aumento da densidade (SILVA, 2012). O extrato seco total detectado, por sua vez, foi de 11,05 %. A importância na determinação desse parâmetro se dá devido sua influência no rendimento dos produtos lácteos, podendo-se observar que o preço do leite e seus produtos podem ser em função do conteúdo de extrato seco, especificamente gordura e proteína (PEREIRA et al., 2005).

Os resultados da caracterização da polpa de manga utilizada como matéria-prima para elaboração da geleia encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização da polpa de manga

<b>Parâmetros</b>	<b>Polpa de manga</b>
pH	3,71±0,01
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	1,03±0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	15,63±0,57

Fonte: Elaborado pelo autor.



A polpa de manga da variedade Coité apresentou pH de 3,71. Pina et al. (2003) e Brandão et al. (2003) encontraram pH igual a 3,6 para a mesma variedade, ligeiramente inferior ao observado neste trabalho. Valor superior foi observado por Bezerra (2009), encontrando pH de 3,88.

A acidez titulável encontrada foi de 1,03 % de ácido cítrico, superior aos valores encontrados por Pina et al. (2003), Bezerra (2009) e Brandão et al. (2003), que constataram, respectivamente, 0,52; 0,53 e 0,61 % de ácido cítrico em polpas de manga da variedade Coité. Os resultados sugerem que, possivelmente, os frutos avaliados neste trabalho encontravam-se em menor estágio de maturação que os observados pelos demais autores. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) espera-se uma diminuição na acidez com o amadurecimento dos frutos, pois os ácidos orgânicos voláteis e não voláteis estão entre os constituintes celulares mais metabolizados no processo de amadurecimento.

Quanto ao teor de sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, observa-se que este apresentou-se superior (15,63 °Brix) ao encontrado nos testes preliminares de seleção da variedade de manga para elaboração da geleia (12,13 °Brix). Bezerra (2009) obteve valor médio inferior, de 13,08 °Brix, enquanto Pina et al. (2003) e Brandão et al. (2003) encontraram valores superiores de, respectivamente, 22 e 16 °Brix para a mesma variedade de manga.

Segundo Benevides et al. (2008) existem muitas discrepâncias em relação aos dados encontrados na literatura no que concerne à caracterização física e química de mangas produzidas no Brasil. Isso pode ser explicado pelas diferenças entre as variedades estudadas, metodologias de análise utilizadas, estágio de maturação do fruto quando colhido e diferenças entre as regiões produtoras.

#### ***4.4.2 Caracterização das amostras de iogurte caprino***

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007) estabelece uma faixa de 3,0 a 5,9 % (m/m) de gordura para o produto integral, mínimo de 2,9 % (m/m) de proteínas e uma faixa de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/ 100 g de produto. De acordo com a caracterização física, química e físico-química das três formulações de iogurte caprino com diferentes concentrações de inulina e gelatina (TABELA 14), observou-se, que os produtos elaborados atendem aos parâmetros legais mínimos estabelecidos. Em estudo semelhante, Cenachi (2012) avaliou leite de cabra fermentado com

adição de inulina, encontrando teor de proteína de 3,69 %, teor de gordura de 4,33 % e acidez de 0,90. Silva (2012) avaliou iogurte elaborado com leite de cabra e sacarose e detectou teores de 5,31 % de proteína, 3,33 % gordura e acidez variando de 0,70 a 1,00 g de ácido láctico/ 100 g durante o armazenamento.

Tabela 14 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização de iogurte caprino com diferentes concentrações de inulina e gelatina

<b>Parâmetros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Sólidos totais (%)	21,56±0,14 <sup>c</sup>	23,28±0,22 <sup>b</sup>	24,65±0,07 <sup>a</sup>
Proteína (%)	4,56±0,05 <sup>a</sup>	4,30±0,06 <sup>c</sup>	4,41±0,01 <sup>b</sup>
Gordura (%)	3,93±0,12 <sup>a</sup>	3,93±0,06 <sup>a</sup>	3,60±0,10 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	0,83±0,03 <sup>a</sup>	0,91±0,08 <sup>a</sup>	0,82±0,03 <sup>a</sup>
Açúcares redutores (%)	6,74±0,03 <sup>a</sup>	5,90±0,03 <sup>b</sup>	5,75±0,02 <sup>c</sup>
Açúcares não redutores (%)	1,90±0,10 <sup>c</sup>	3,31±0,09 <sup>b</sup>	4,36±0,05 <sup>a</sup>
Acidez (g de ácido láctico/ 100 g)	0,880±0,010 <sup>a</sup>	0,857±0,006 <sup>b</sup>	0,863±0,006 <sup>ab</sup>
pH	4,277±0,06 <sup>b</sup>	4,283±0,006 <sup>b</sup>	4,336±0,006 <sup>a</sup>
Atividade de água	0,978±0,001 <sup>b</sup>	0,977±0,001 <sup>b</sup>	0,989±0,005 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina;

As formulações A, B e C diferiram estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) quanto ao teor de sólidos totais, apresentando 21,56; 23,28 e 24,65 %, respectivamente. Os resultados podem ser explicados pelas diferentes concentrações de inulina adicionadas às formulações, onde a amostra com maior teor de inulina em sua formulação apresentou maior teor de sólidos totais. Valores semelhantes foram observados por Garcia (2011), ao avaliar leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina, encontrando teor de sólidos totais na faixa de 22,93 a 26,47 %. Vários autores relataram aumento significativo no teor de sólidos totais de produtos lácteos fermentados resultante da adição de inulina ao leite (CASTRO et al., 2008; GARCIA, 2011; GUGGISBERG et al., 2009; VILLEGAS et al., 2010).

O teor de cinzas das amostras avaliadas não apresentou diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ), sendo similar aos valores observados por Mundim (2008) em amostras

de iogurte funcional de leite de cabra saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina, encontrando teor de cinzas de 0,89 a 0,92 %.

Para o teor de açúcares redutores e não redutores, as formulações A, B e C apresentaram diferença estatística ao nível de 5 % de significância, sendo observados valores médios de, respectivamente, 6,74; 5,90 e 5,75 % para açúcares redutores e 1,90; 3,31 e 4,36 % para açúcares não-redutores. Bezerra (2010) ao caracterizar iogurte elaborado com leite caprino, encontrou média de 5,61 % de açúcares redutores no produto, valor inferior aos encontrados nesse estudo.

O pH da amostra C (4,336) diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) das amostras A (4,277) e B (4,283), estando próximos aos observados por Garcia (2011), que encontrou valores no intervalo de 4,22 a 4,54.

Para a atividade de água, não foi observada diferença significativa, ao nível de 5 %, entre as amostras A e B, apresentando valores de, respectivamente, 0,978 e 0,977. A amostra C, diferindo das demais ( $p \leq 0,05$ ), apresentou valor médio superior de 0,989. A atividade de água dos alimentos pode variar de 0 a 1, portanto os iogurtes elaborados caracterizaram-se como alimentos de alta umidade.

#### **4.4.3 Caracterização da geleia de manga**

Os resultados da caracterização física, química e físico-química da geleia de manga estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Valores médios e desvios-padrão da caracterização da geleia de manga

<b>Parâmetros</b>	<b>Geleia de manga</b>
Sólidos totais (%)	59,99±0,87
Sólidos solúveis totais (°Brix)	55,87±0,21
Cinzas (%)	0,26±0,12
Açúcares redutores (%)	30,34±0,32
Açúcares não redutores (%)	32,66±0,32
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	1,17±0,02
pH	3,55±0,01
Atividade de água	0,893±0,001

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teor de sólidos totais encontrado na geleia de manga Coité, variedade selecionada nos testes preliminares, foi de 59,99 %. Valor próximo aos observados por Polesi et al. (2011), que obtiveram 62,3 %, e Damiani et al. (2009), que verificaram valores na faixa de 62,42 a 64,9 % de sólido totais. Para o teor de sólidos solúveis totais, foi observado valor de 55,87 °Brix, inferior ao obtido nos testes preliminares que foi de 61,70 °Brix. Polesi et al. (2011) encontraram teor de sólidos solúveis de 59 °Brix, superior ao observado no presente estudo.

Quanto ao teor de cinzas, foi encontrado 0,26 %, corroborando com resultados observados por Polesi et al. (2011), que obtiveram 0,24 %, e Damiani et al. (2009), que verificaram valores na faixa de 0,16 a 0,31 %.

A geleia apresentou valor de pH de 3,55, sendo superior aos observados por Motta (2006), que variou de 3,2 a 3,4; e Polesi et al. (2011), que verificaram pH de 3,51; estando, entretanto, dentro da faixa de 3,5 a 3,8, verificada por Granada et al. (2005).

Para a acidez titulável total, expressa em g de ácido cítrico por 100 g de geleia, foi verificado 1,17 % de ácido cítrico. Os resultados foram superiores aos observados por Polesi et al. (2011), que obtiveram acidez titulável de 0,36 % de ácido cítrico, e inferiores aos verificados por Motta (2006), que observou valores na faixa de 1,22 a 1,79 %.

Para o teor de açúcares redutores e não redutores, foram observados valores de 30,34 e 32,66 %, respectivamente.

A atividade de água verificada na geleia de manga foi de 0,893. Os valores podem variar de 0 a 1, sendo que a maioria das bactérias não apresenta crescimento em atividade de água inferior a 0,9. Portanto, a geleia está mais propícia ao desenvolvimento de fungos. A adição de açúcar na elaboração da geleia reduz a pressão parcial de vapor de água do alimento, resultando em redução da atividade de água.

#### **4.5 Análises microbiológicas**

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007) estabelece critérios microbiológicos para estes produtos. No caso de amostras indicativas, a tolerância máxima para a contagem de coliformes termotolerantes é 10 NMP/g e para a de bolores e leveduras é  $2,0 \times 10^2$  UFC/g. Além disso, a contagem de bactérias lácticas no iogurte deve ser no mínimo  $10^7$  (UFC/g) durante seu prazo de validade.

Tabela 16 – Valores médios da caracterização microbiológica do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

Análises	A		B		C	
	1 dia	30 dias	1 dia	30 dias	1 dia	30 dias
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	8,7x10 <sup>3</sup>	< 10,0	3,7x10 <sup>3</sup>
Bactérias lácticas (UFC/g)	2,8x10 <sup>8</sup>	2,0x10 <sup>7</sup>	3,3x10 <sup>8</sup>	3,9x10 <sup>7</sup>	6,4x10 <sup>8</sup>	3,8x10 <sup>7</sup>
<i>Salmonella</i> ssp. (presente/ausente em 25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina;

A partir da caracterização microbiológica das três formulações de iogurte caprino adicionado de geleia de manga (TABELA 16), observou-se que, para todas as formulações elaboradas, os critérios microbiológicos estabelecidos foram atendidos. Exceto para a contagem de bolores e leveduras 30 dias após a elaboração dos produtos, que não foi satisfatória para as amostras B e C, apresentando valores superiores ao limite estabelecido. Estes resultados podem ser explicados pela adição da geleia de manga ao iogurte, a qual liberou líquido durante o armazenamento e aumentou a água livre no produto, junto à acidez do iogurte, o que provavelmente favoreceu o crescimento desses micro-organismos. De acordo com os padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001), é tolerado até 10<sup>4</sup> UFC/g para a contagem de bolores e leveduras em geleias de frutas.

## 4.6 Análises sensoriais

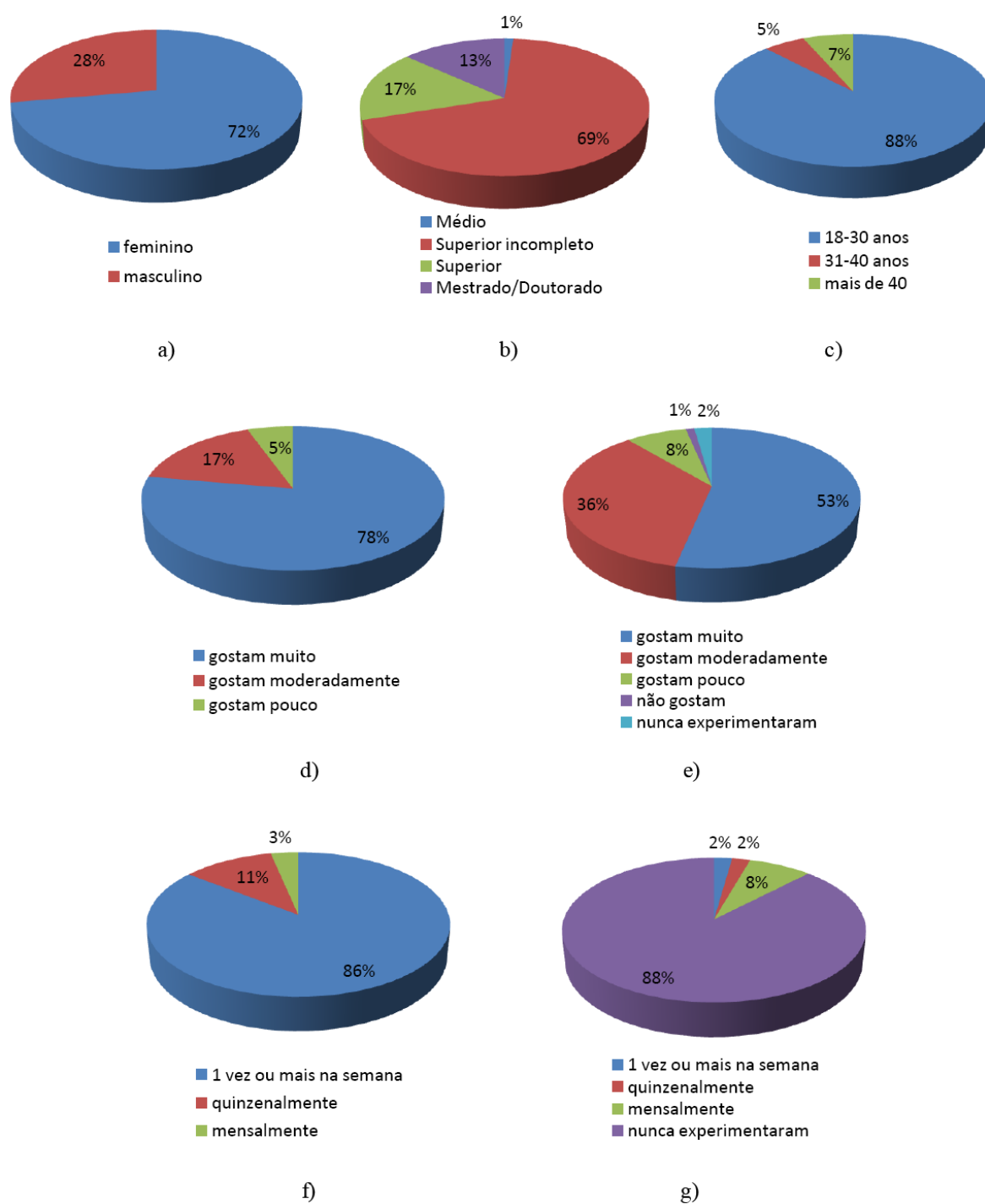
### 4.6.1 Caracterização dos provadores

A partir dos resultados obtidos na caracterização dos 90 provadores que participaram da avaliação sensorial do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga (FIGURA 10), observou-se que 72 % dos provadores eram do sexo feminino e apenas 28 % eram do sexo masculino. O maior percentual de provadores (69 %) possuía ensino superior incompleto, enquanto somente 1 % possuía nível médio. Houve predominância de provadores com idade entre 18 e 30 anos, representando 88 % do total.

Para a distribuição dos provadores por grau de apreciação de iogurte e manga, a grande maioria (78 %) afirmou gostar muito de iogurte, 17 % relataram gostar moderadamente e 5 % afirmaram gostar pouco. Enquanto, 53 % relataram gostar muito de manga, 36 % afirmaram gostar moderadamente, 8 % atestaram gostar pouco e 1 % relatou não gostar da fruta. O maior percentual de provadores atribuiu um alto grau de apreciação ao iogurte e à manga, estando, portanto, aptos a avaliar o iogurte caprino com geleia de manga.

A maioria dos provadores participantes da avaliação sensorial (86 %) consumia produtos lácteos fermentados pelo menos uma vez por semana, 11 % afirmaram consumir quinzenalmente e 3 % relataram consumir mensalmente tais produtos. Para o consumo de leite de cabra e/ou produtos derivados, os resultados mostraram que 88 % dos provadores nunca experimentaram estes alimentos, e apenas 2 % costumavam consumir uma vez ou mais por semana.

Figura 10 – Gráficos de caracterização dos provedores



Fonte: Elaborado pelo autor.

Distribuição dos provedores por: a) sexo, b) grau de escolaridade, c) faixa etária, d) grau de apreciação de iogurte, e) grau de apreciação de manga, f) frequência de consumo de produtos lácteos fermentados e g) frequência de consumo de leite e/ou produtos caprinos.

#### 4.6.2 Avaliação da aceitação das amostras

Os resultados da avaliação de aceitação das três formulações de iogurte caprino, com diferentes concentrações de inulina e gelatina, adicionado de geleia de manga: A (3 % de inulina e 0,5 % de gelatina), B (5 % de inulina e 0,45 % de gelatina) e C (7 % de inulina e 0,4 % de gelatina) estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Valores médios e desvios-padrão da avaliação da aceitação de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

Atributos	A	B	C
Aparência	7,47±1,46 <sup>b</sup>	7,77±1,48 <sup>ab</sup>	7,88±1,24 <sup>a</sup>
Cor	7,69±1,44 <sup>a</sup>	7,73±1,44 <sup>a</sup>	7,94±1,22 <sup>a</sup>
Aroma	7,66±1,33 <sup>a</sup>	7,56±1,42 <sup>a</sup>	7,78±1,36 <sup>a</sup>
Sabor	7,64±1,55 <sup>a</sup>	7,62±1,58 <sup>a</sup>	7,74±1,25 <sup>a</sup>
Consistência	7,23±1,64 <sup>a</sup>	7,46±1,89 <sup>a</sup>	7,54±1,40 <sup>a</sup>
Impressão global	7,54±1,38 <sup>a</sup>	7,72±1,49 <sup>a</sup>	7,86±1,22 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>a,b,c</sup>As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na mesma linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

As três amostras analisadas não apresentaram diferença significativa entre si, ao nível de 5 % de significância, para os atributos cor, aroma, sabor, consistência e impressão global. Somente para a característica de aparência foi observada diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras A e C, não havendo diferença entre as amostras A e B, e entre B e C.

As médias das amostras para todos os atributos estudados encontraram-se entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito) da escala utilizada, evidenciando alto percentual de aceitação das três amostras.

Em comparação aos resultados obtidos em trabalhos similares (TABELA 18), observa-se que as formulações de iogurte caprino avaliadas nesta pesquisa apresentaram maior aceitação sensorial, para todos os atributos estudados, o que pode ser atribuído à incorporação de geleia de manga ao produto, melhorando suas características sensoriais.



Tabela 18 – Valores médios encontrados na literatura de notas atribuídas pelos provadores na avaliação da aceitação de produtos lácteos fermentados elaborados com leite caprino

<b>Autor</b>	<b>Produto lácteo avaliado</b>	<b>Médias</b>
Bezerra (2010)	iogurte caprino com adição de sabor morango	5,03 a 6,45
Cenachi (2012)	leite de cabra fermentado com adição de inulina	4,89 a 6,54
Garcia (2011)	leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina	4,83 a 6,63
Senaka Ranadheera et al. (2012)	iogurte caprino natural	2,96 a 7,00

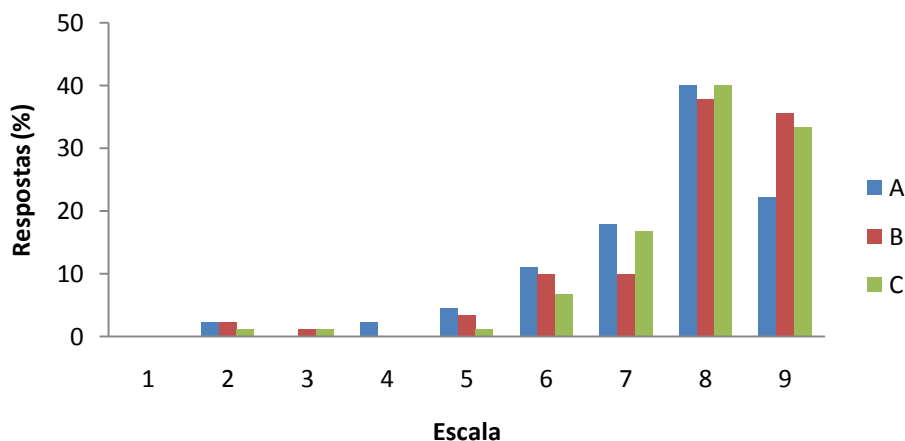
Fonte: Elaborado pelo autor.

Senaka Ranadheera et al. (2012) avaliaram a aceitação sensorial de iogurte caprino natural e adicionado de suco de frutas (5, 10 e 15 %). Os autores observaram que a adição de suco de frutas influenciou positivamente nas características sensoriais em geral e que todos os iogurtes adicionados de frutas receberam notas médias superiores as notas do iogurte natural para os atributos aroma e sabor.

Nas Figuras 11 a 16 são apresentadas a distribuição das notas atribuídas pelos provadores na avaliação da aceitação da aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global do iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga.

Mais de 90 % das notas obtidas para a aparência das três amostras estavam na faixa de aceitação (notas de 6 a 9), enquanto menos de 5 % das respostas encontraram-se na faixa de rejeição (notas de 1 a 4). Dentre as amostras avaliadas, a amostra C obteve a maior frequência de respostas na zona de aceitação (96,7 %) e a menor frequência de respostas na zona de rejeição (2,2 %). Além disso, todas as amostras apresentaram maior percentual de respostas na categoria 8 da escala hedônica, correspondente a “gostei muito”.

Figura 11 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo aparência de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

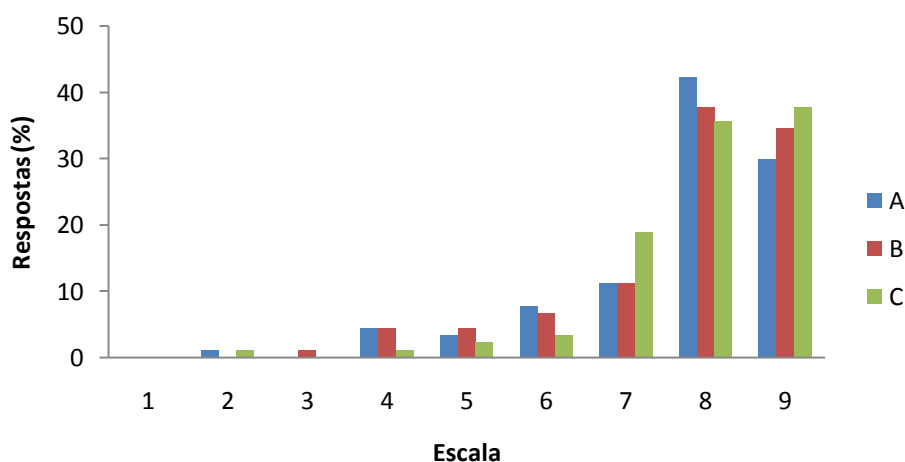


Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Para a cor das amostras, as amostras A, B e C obtiveram percentuais na faixa de aceitação de, respectivamente, 91,1; 90,0 e 95,6 %, enquanto os percentuais encontrados na faixa de rejeição foram de 5,6; 5,6 e 2,2 %, respectivamente. A maior frequência de respostas para as amostras A e B encontrou-se na categoria 8 da escala, enquanto a amostra C apresentou maior frequência de respostas na categoria 9, referente a “gostei muitíssimo”.

Figura 12 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo cor de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

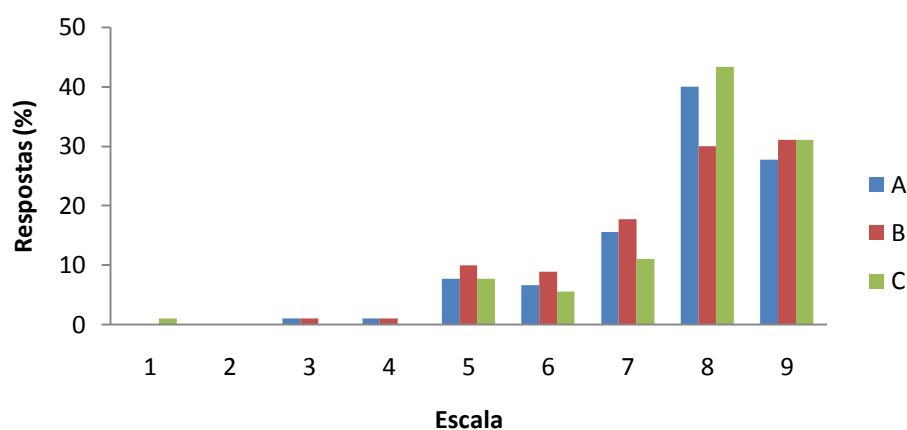


Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

As respostas referentes ao aroma das amostras situaram-se principalmente nas categorias de gostar da escala (6 a 9). As amostras A e C apresentaram maior frequência de respostas na categoria 8 (gostei muito) e a amostra B obteve maior frequência na categoria 9 da escala hedônica (gostei muitíssimo). O percentual de respostas distribuídas na faixa de aceitação para as amostras A, B e C foram de, respectivamente, 90,0; 87,8 e 91,1 %. Na faixa de rejeição, os percentuais obtidos foram de, respectivamente, 2,2; 2,2 e 1,1 %.

Figura 13 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo aroma de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

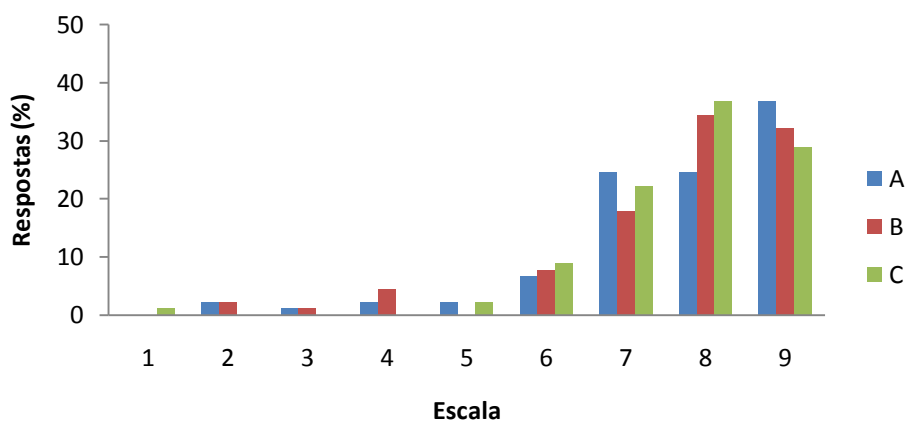


Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Para o atributo sabor, as maiores freqüências de respostas das amostras B e C situaram-se na categoria 8 (gostei muito). Enquanto a amostra A apresentou maior freqüência de respostas na categoria 9 da escala hedônica (gostei muitíssimo). O percentual de respostas distribuídas na faixa de aceitação foi superior a 90 % para as amostras avaliadas. As amostras A, B e C alcançaram, respectivamente, 92,2; 92,2 e 96,7 % das notas nas categorias de gostar (6 a 9). Na faixa de rejeição, os percentuais encontrados foram de, respectivamente, 5,6; 7,8 e 1,1 %, indicando um elevado percentual de aceitação do sabor das amostras.

Figura 14 – Distribuição da freqüência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo sabor de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

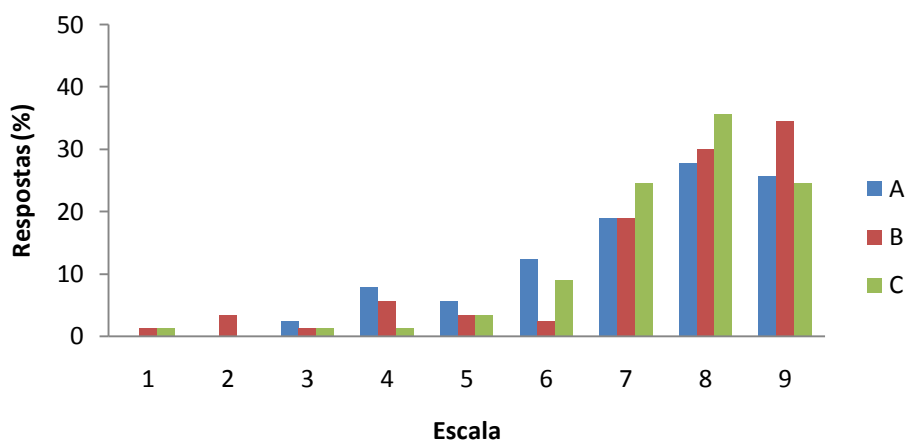


Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

A distribuição das notas referentes à consistência das amostras situou-se principalmente nas categorias de gostar da escala (6 a 9). As amostras A, B e C obtiveram percentuais na faixa de aceitação de, respectivamente, 84,4; 85,6 e 93,3 %, enquanto os percentuais alcançados na faixa de rejeição foram de 10,0; 11,1 e 3,3 %, respectivamente. A maior frequência de respostas para as amostras A e C encontrou-se na categoria 8 da escala referente a “gostei muito”, enquanto a amostra B apresentou maior frequência de respostas na categoria 9, referente a “gostei muitíssimo”.

Figura 15 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo consistência de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga

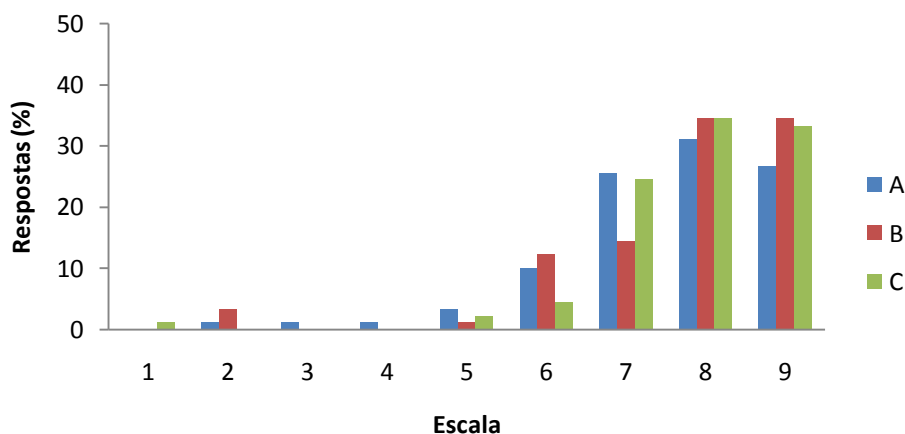


Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Observa-se que a distribuição das respostas do atributo impressão global situa-se quase em sua totalidade na zona de aceitação da escala hedônica (6 a 9). A maior frequência de respostas das amostras A e C situou-se na categoria 8 (gostei muito). Enquanto a amostra B apresentou frequência de respostas igual para as categorias 8 e 9 (gostei muitíssimo). O percentual de respostas distribuídas na faixa de aceitação (6 a 9) para as amostras A, B e C foi de, respectivamente, 93,3; 95,6 e 96,7 %. Na faixa de rejeição, os percentuais encontrados foram de, respectivamente, 3,3; 3,3 e 1,1 %, indicando um alto percentual de aceitação global das três amostras avaliadas.

Figura 16 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da aceitação do atributo impressão global de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala hedônica (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

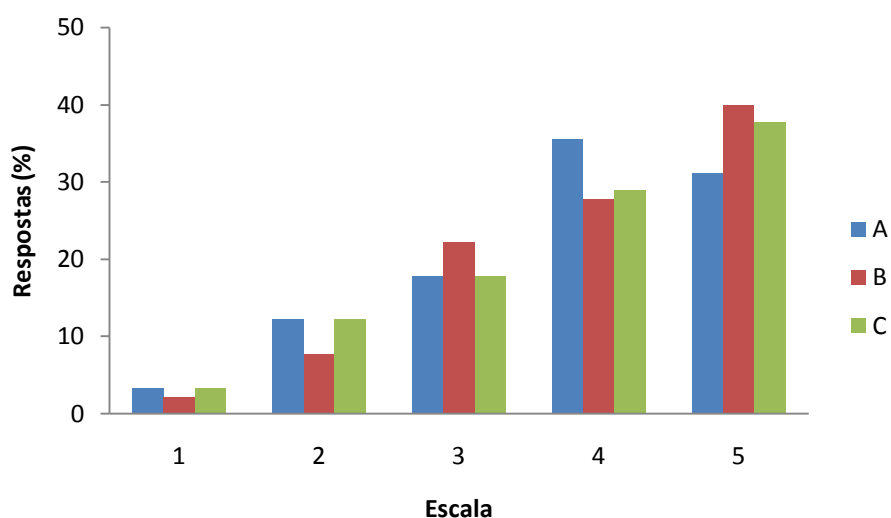
#### 4.6.3 Avaliação da atitude de compra

A distribuição das respostas dos provadores para a atitude de compra encontra-se na Figura 17, onde observa-se que a amostra A apresentou maior frequência de respostas na categoria 4, correspondente a “possivelmente compraria”, enquanto as amostras B e C obtiveram maiores frequências na categoria 5, equivalente a “certamente compraria”

Os percentuais de respostas nas categorias referentes a atitude de compra positiva (4 = possivelmente compraria e 5 = certamente compraria) obtidos pelas amostras A, B e C

foram 66,7; 67,8 e 66,7 %, respectivamente, indicando que se as amostras estivessem à venda, estas apresentariam atitude de compra positiva pelos consumidores.

Figura 17 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da atitude de compra de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse; 5 = certamente compraria).

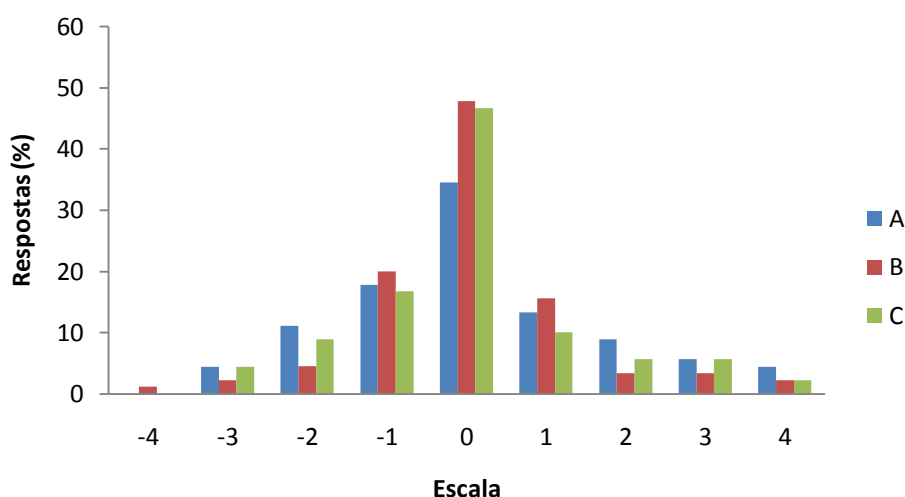
#### 4.6.4 Avaliação da idealidade de consistência e doçura

Nas Figuras 18 e 19 observam-se a distribuição das notas obtidas no teste da escala relativa ao ideal para avaliação da consistência e doçura das três amostras de iogurte caprino prebiótico adicionado de geleia de manga.

A amostra A obteve 33,3 % das respostas nas categorias “menos consistente que o ideal”, 34,5 % na categoria “ideal” e 32,2 % nas categorias “mais consistente que o ideal”, apresentando percentuais distribuídos de forma uniforme. Enquanto a amostra B alcançou 27,8 % das respostas nas categorias “menos que o ideal”, 47,8 % na categoria “ideal” e 24,4 % nas categorias “mais que o ideal”. Já a amostra C obteve 30,0 % das respostas nas categorias “menos que o ideal”, 46,6 % na categoria “ideal” e 23,4 % nas categorias “mais que o ideal”. Portanto, as amostras B e C exibiram maiores percentuais de respostas na categoria correspondente à consistência ideal.

Na avaliação da consistência, as amostras alcançaram maiores percentuais de respostas na categoria “zero” (consistência ideal) da escala, mostrando satisfatória idealidade de consistência das amostras. O percentual de respostas entre as categorias -1 e -4 da escala, equivalente a “menos consistente que o ideal” apresentou valores próximos ao percentual obtido entre as categorias 1 e 4, correspondente a “mais consistente que o ideal”, para as três amostras analisadas, mostrando uniformidade na distribuição das respostas.

Figura 18 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da consistência por meio de escala do ideal de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala do ideal (-4 = extremamente menos consistente que o ideal; 0 = ideal; 4 = extremamente mais consistente que o ideal).

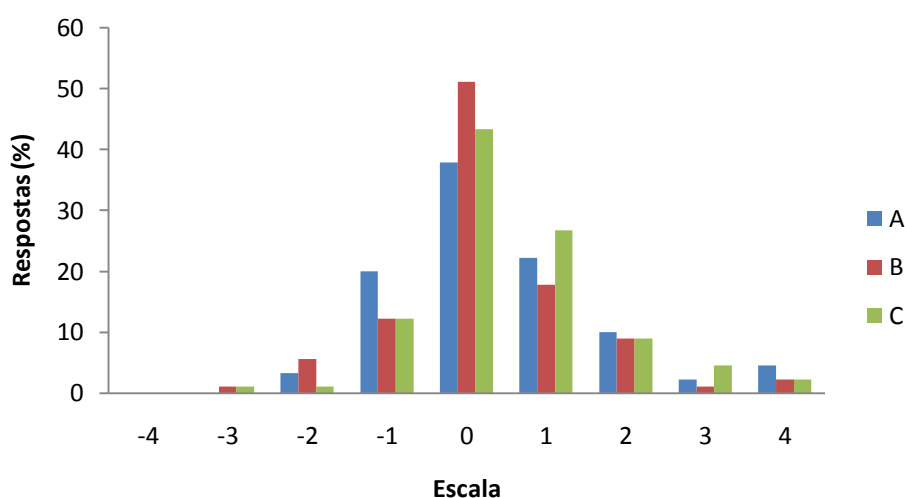
A partir dos resultados obtidos na avaliação da doçura, pode-se observar que as três amostras obtiveram maiores percentuais de respostas na categoria correspondente à doçura ideal. No entanto, a amostra B destacou-se das demais, alcançando 51,1 % das respostas. As amostras A e C obtiveram respectivos percentuais de 37,8 e 43,3 % das respostas na categoria relativa ao ideal.

As amostras A, B e C obtiveram percentuais de respostas de, respectivamente, 23,3; 18,9 e 14,4 % nas categorias “menos doce que o ideal”. Enquanto os respectivos percentuais encontrados nas categorias “mais doce que o ideal” foram de 38,9; 30,0 e 42,3 %.



A distribuição de respostas entre as categorias -1 e -4 da escala, equivalente a “menos doce que o ideal” foi inferior à distribuição entre as categorias 1 e 4, correspondente a “mais doce que o ideal”, para as três amostras analisadas, sugerindo que estas deveriam apresentar menor doçura para atingir o ideal.

Figura 19 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da doçura por meio de escala do ideal de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga



Fonte: Elaborado pelo autor.

A: 3% de inulina e 0,5% de gelatina; B: 5% de inulina e 0,45% de gelatina; C: 7% de inulina e 0,4% de gelatina; Escala do ideal (-4 = extremamente menos doce que o ideal; 0 = ideal; 4 = extremamente mais doce que o ideal).

#### 4.6.5 Avaliação da preferência

No teste de preferência, os totais de ordenação obtidos pelas amostras A, B e C, foram 165, 186 e 189, respectivamente. O valor crítico de F para o teste de Friedman ( $\alpha=0,05$ ) corresponde a 5,99 (DUTCOSKY, 2011), enquanto o valor calculado de  $F_{\text{teste}}$  foi 3,80 (F calculado menor que F tabelado), portanto não foi observada diferença significativa entre as três amostras de iogurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga, pelo teste de Friedman, ao nível de 5 % de significância.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados observados durante a realização deste trabalho permitiram chegar às seguintes conclusões:

- Com base em análises sensorial e instrumental de iogurte natural integral comercial realizadas neste trabalho, o parâmetro ideal de viscosidade aparente para o iogurte caprino é 0,64 Pa.s;
- A adição de inulina e gelatina ao iogurte caprino possibilita elaborar formulações com viscosidade aparente similar ao iogurte bovino comercial (referência);
- A variedade de manga Coité apresenta características apropriadas de rendimento, pH e cor para elaboração de geleia a ser utilizada na composição de iogurte caprino;
- O iogurte caprino adicionado de geleia de manga e prebiótico mostra-se como alternativa tecnológica para utilização das matérias-primas regionais, leite caprino e manga;
- O iogurte caprino adicionado de geleia de manga e prebiótico elaborado possui características físicas, químicas, físico-químicas e segurança microbiológica de acordo com o padrão de identidade e qualidade estabelecido pela legislação brasileira;
- As formulações de iogurte caprino adicionado de geleia de manga, elaboradas com concentrações combinadas de inulina e gelatina (A: 3 e 0,50 %; B: 5 e 0,45 %; C: 7 e 0,40 %, respectivamente), apresentam elevada aceitação sensorial para todos os atributos avaliados e intenção de compra positiva pelos potenciais consumidores.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro. 1998.

ALVES, L. L. et al. 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, dez. 2009.

ANTUNES, A. E. C. **Influência do concentrado protéico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurtes naturais desnatados**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2013. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 136 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2015. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis of AOAC international**. Method 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods. Journal AOAC International, 2002. Disponível em: <[http://edge.arcbatcave.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-997.02.pdf](http://edge.arcbatcave.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-997.02.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2014.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Method 989.13 Motile *Salmonella* in all foods. Journal AOAC International, 2000. Disponível em: <[http://www.insulab.es/folletos\\_comerciales/Biocontrol\\_1\\_2\\_Test\\_AOAC\\_Offical%20\\_Apr\\_oval.pdf](http://www.insulab.es/folletos_comerciales/Biocontrol_1_2_Test_AOAC_Offical%20_Apr_oval.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2014.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry**. 12 ed. Washington, DC, 2001.

ATTAIE, R.; RICHTER, R. L. Size distribution of fat globules in goat milk. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 940-944, 2000.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no submédio do vale do São Francisco**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

BENEVIDES, S. D. et al. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

BENNETT, R. W.; LANCETTE, G. A. *Staphylococcus aureus*. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION (Ed.). **Bacteriological analytical manual online**. 8th Ed. Rockville: FDA, 2001. Chap. 12. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071429.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

BEZERRA, M. F. **Caracterização físico-química, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BEZERRA, T. S. **Comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga (*Mangifera indica L.*)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BORNET, F. R. J.; BROUNS, F.; TASHIRO, Y.; DUVILLIER, V. Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, p. 111-120, 2002.

BOSI, M. G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar**. 2008. 112f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BRANDÃO, M. C. C. et al. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.38-41, 2003.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da fabricação de iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, v. 42, n. 250, p. 3-8, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 out. 2007, Seção 1, Página 5.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 nov. 2000, Seção 1, Página 23.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC no. 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa da Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1. p. 45.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. Resolução n. 16, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 mai. 1999a, Seção 1, Página 11.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. Resolução n. 17, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 mai. 1999b, Seção 1, Página 11.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 mai. 1999c, Seção 1, Página 11.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 mai. 1999d, Seção 1, Página 12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. 2008. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm)>. Acesso em: 29 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 65, de 04 de outubro de 2007. Regulamento técnico sobre o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para geléias (de frutas, vegetais, baixa caloria e mocotó). **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n.194, p.49, 8 out. 2007, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para fins de Rotulagem Nutricional. Resolução RDC Nº. 359, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003, Seção I, Página 28.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Resolução RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 nov. 2012.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978. Dispõe sobre Normas e Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 24 de julho de 1978.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CARVALHO, L. D. **Produção de geléia dietética de umbu-cajá (*Spondias* sp.): avaliação sensorial, física e físico-química**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

CASTRO, F. P. et al. Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. **International Journal of Dairy Technology**, v. 62, p. 82-74, 2008.

CENACHI, D. B. **Desenvolvimento de leite de cabra fermentado prebiótico com baixo teor de lactose adicionado de  $\beta$ - ciclodextrina**. 2012. 256f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

CENACHI, D. B. et al. Aspectos composicionais, propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais do leite de cabra: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 66, n. 382, p. 12-20, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. 2005.

COSTA, A. V. S. et al. 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.

COUSSEMET, P.; FRANCK, A. New food applications for inulin. **Agro Food Industry Hi-Tech**, Milano, v. 9, n. 3, p. 26-28, 1998.

CRUZ, J. N. **Estudo de tratamentos fitossanitários na manga (*Mangífera indica* L.) para exportação**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DAMIANI, C. et al. Análise física, sensorial e microbiológica de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1418-23, 2008.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3.ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426p.

EMBRAPA. **Cultivo da Mangueira**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2013. Brasil, 2004.

EMBRAPA, Iniciando um pequeno Grande Negócio Agroindustrial. **Frutas em calda, geleias e doces**/ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 162 p.

FAO. United Nations food and agriculture. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. São Paulo: Artmed, 2006. 301p.

FENG, P. et al. **Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria**. In: UNITED STATES. Food and Drug Administration. **Bacteriological analytical manual online**, 8th ed., 2002. Cap. 4. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

FERREIRA, C. L. L. F. et al. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 56, n. 321, p. 152- 158, 2001.

FISZMAN, S. M.; LLUCH, M. A.; SALVADOR, A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yogurt and on their rheological properties, **International Dairy Journal**, Espanha, v. 9, p. 895-901, 2000.

GALLI, J. A. et al. Características físico-químicas de variedades de manga cultivadas em sistema orgânico. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, 2011.

GARCIA, R. V. Desenvolvimento de leite de cabra fermentado adicionado de cepas prebióticas, inulina, amido e gelatina. 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

GARCIA, R. V.; TRAVASSOS, A. E. R. Aspectos gerais sobre o leite de cabra: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 386, p. 81-88, 2012.

GELATINA. A gelatina e seus benefícios para a saúde humana. **Food Ingredients Brasil**, n. 18, p. 56-65, 2011. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/187.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebióticos. **Journal of Nutrition**, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995.

GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V. D.; GONÇALVES, J. R. A.; COELHO, S. R. M.; SILVA, T. G. Características físicas e químicas dos frutos de cultivares de mangueira (Mangifera indica L). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 2, n.1, p. 72-78, 1998.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de Geleias *light* de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 629-35, 2005.

GUGGISBERG, D. et al. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set set yoghurt as influenced by inulina addition. **International Dairy Journal**, v. 19, n. 2, p. 107-15, 2009.

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

HALL, P. A.; LEDENBACH, L.; FLOWERS, R. S. Acid-producing microorganisms. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. A. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4<sup>th</sup> ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001. Chapter 19, p. 201-207.

HERTZLER, S. R.; CLANCY, S. M. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n.5, p. 82-587, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1.ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Culturas temporárias e permanentes 2011. **Produção agrícola municipal**, Rio de Janeiro, v. 38, p.1-97, 2011.

JENNESS, R. Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968–1979. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 10, p. 1605–1630, 1980.

KOLIDA, S.; TUOHY K.; GIBSON, G. R. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 193-197, 2002.

KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de geléias e geleadas**. 1.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 29p.

LI, B. W.; CARDOZO, M. S. Nonenzymatic-gravimetric determination of total dietary fiber in fruits and vegetables. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 2, p. 372-374, 1992.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v. 30, n. 7, p. 529-539, 1998.

MAIA, G. A. et al. **Processamento de frutas tropicais: nutrição, produtos e controle de qualidade**. Fortaleza: Ed.UFC, 2009. 277p.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Ed. UFC, 2007. 320p.

MANZANO, G. P. P et al. Aspectos sensoriais e físico-químicos de “iogurtes” de soja com espessantes/estabilizantes a base de fécula de inhame (*dioscorea alata*), amido modificado e gelatina. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 287-296, 2008.

MARCOTTE, M.; HOSHAHITI, A. R T.; RAMASWAMY, H. S. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 8, p. 695-703, 2001.

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

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 448 p.

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em



Agronomia – Horticultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

MORRIS, E. R. **Rheology of hydrocolloids**. In: PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. **Gums and stabilisers for the food industry**. Oxford: Pergamon Press, 1984. p.57-78.

MOTTA, R. V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 539-43, 2006.

MOWLEM, A. Marketing goat dairy produce in the UK. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 207-213, 2005.

MÜHLBAUER, F. B. et al. Avaliação das características físicas e químicas da polpa e do iogurte de uvaia. **THESIS**, São Paulo, ano IV, n.17. p. 60-77, 2012.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de Iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

NINESS, K. R. Inulin and oligofructose: what are they? **Journal of Nutrition**, v.129, suppl., p.1402-1406, 1999.

NITSCHKE, M.; UMBELINO, D. C. Frutoooligossacarídeos: Novos Alimentos Funcionais, **Boletim SBCTA**, v. 1, n. 36, 2002.

OHR, L. M. Fortifying with fiber. **Food Technology**, v. 58, n. 2, p. 71-75, fev., 2004.

OLALLA, M. et al. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, v. 113, p. 835–838, 2009.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais**, São Paulo: Atheneu, 2009. 384 p.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**, v. 2, Porto Alegre: Atmed, 2005. 279p.

PARK, Y. W. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88–113, 2007.

PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 14, p. 151–159, 1994.

PARK, Y.; HAENLEIN, G. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. In: **Handbook of milk of non bovine mammals**. Blackwell Publishing, Iowa, USA, p. 121-35, 2006.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutoooligossacarídeos: implicação na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**. v. 33, n.2, p. 385-390. 2003.

PINA, M. G. M. et al. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2003.

PINEIRO, M. et al. FAO technical meeting on prebiotics. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 42, p. 156-159, 2008.

PINTO, A. C. Q.; PINHEIRO NETO, F.; GUIMARAES, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. spe1, p. 64-72, out. 2011.

POLESI, L. F. et al. Caracterização química e física de geleia de manga de baixo valor calórico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 85-90, 2011.

QUEIROGA, R. C. R. E. et al. Elaboração de iogurte com leite caprino e geleia de frutas tropicais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 489-496, 2011.

RENSIS, C. M. V. B.; SOUZA, P. F. F. Análise sensorial de iogurtes *light* elaborados com adição de fibras de inulina e oligofrutose. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 5, p. 68-72, 2008.

REZENDE, F. A. et al. Processo de industrialização da Geleia de Goiaba. In: Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2013, Campo Mourão. Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2013. v. 7.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 225–233, 2010.

ROBERFROID, M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 139-143, 2002.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. 1 ed. Campinas: Casa do pão Editora, 2005. 618p.

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 6, p. 587-597, nov.-dec., 2010.

SALADO, G. A.; ANDRADE, M. O. Processamento e qualidade nutricional do iogurte. **Boletim Cultura**, v. 7, p. 1-35, 1989.

SANTILLO, A. et. al. Role of indigenous enzymes in proteolysis of casein in caprine milk. **International Dairy Journal**, v. 19, p. 655–660, 2009.

SANZ-SAMPELAYO, M. R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P. H.; BOZAA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 42–63, 2007.

SENAKA RANADHEERA, C. et al. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1411-1418, 2012.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal Food Technology**, v.2, n. 1, p. 7-19, 1999.

SILVA, J. N. **Iogurte de leite de cabra adicionado de produtos apícolas: estabilidade e aceitação**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2012.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SLAČANAC, V. et al. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, n. 2, p. 171-189, mai. 2010.

STATSOFT. STATISTICA for Window – Computer programa manual. Versão 7.0 Tulsa: Statsoft Inc. 2007.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Academic Press, Inc., 2004. 408p.

TAMIME, A. Y.; DEETH, H. C. Yogurt: technology and biochemistry. **Journal of Food Protection**, v. 43, n. 12, p. 939-977, 1980.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K., **Yogurt Science and Technology**. 2. ed. Woodhead Publ.: Cambridge, 1999.

TONELI, J. T. C. L. et al. Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 122-131, 2008.

TORRES, L. B. V. **Qualidade e conservação pós-colheita de mangas oriundas de sistemas de produção orgânica ou integrada**. 2010. 214 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

VIANA, E. S. et al. Caracterização Físico-Química e sensorial de geleia de mamão com araçá-boi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1154-1164, 2012.

VILLEGAS, B. et al. Optimising acceptability of a new prebiótico low fat milk beverages. **Food Quality Preference**, v. 21, p. 234-42, 2010.

## APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE PREBIÓTICO E GELEIA DE MANGA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

### ANÁLISE SENSORIAL DE IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE GELEIA DE MANGA

Nome: \_\_\_\_\_ Data: / /

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Faixa etária:

( ) 18 - 20 anos ( ) 21 - 25 anos ( ) 26 - 30 anos ( ) 31 - 35 anos ( ) 36 - 40 anos  
( ) 41 - 45 anos ( ) acima de 45.

Escolaridade:

( ) Ensino Fundamental ( ) Ensino Médio ( ) Ensino Superior Incompleto ( ) Ensino Superior  
( ) Mestrado ( ) Doutorado

e-mail: \_\_\_\_\_

Por favor, responda as questões a seguir:

1. Assinale o quanto você gosta de iogurte:

( ) gosto muito ( ) gosto moderadamente ( ) gosto pouco ( ) não gosto ( ) nunca experimentei

2. Assinale o quanto você gosta de manga:

( ) gosto muito ( ) gosto moderadamente ( ) gosto pouco ( ) não gosto ( ) nunca experimentei

3. Com que frequência você consome produtos lácteos fermentados, como o iogurte?

( ) mais de 1 vez na semana ( ) 1 vez na semana ( ) Quinzenalmente ( ) Mensalmente ( ) Nunca

4. Com que frequência você consome leite de cabra ou produtos lácteos caprinos?

( ) mais de 1 vez na semana ( ) 1 vez na semana ( ) Quinzenalmente ( ) Mensalmente ( ) Nunca

Você está recebendo três amostras codificadas de *iogurte de leite de cabra adicionado de geleia de manga e prebiótico*. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita, e indique o quanto você gostou ou desgostou da aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global das amostras, utilizando a escala abaixo:

#### AVALIE A APARÊNCIA DO PRODUTO E POSTERIORMENTE MISTURE-O.

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Não gostei; nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

#### Observações:

Aroma: cheiro; odor.  
Impressão global:  
opinião geral sobre o produto.

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Impressão global

Por favor, avalie a consistência e doçura das três amostras codificadas e indique, utilizando a escala abaixo, o quão próximo do ideal encontra-se a consistência de cada amostra.

+4	Extremamente + consistente/doce que o ideal			
+3	Muito + consistente/doce que o ideal			
+2	Moderadamente + consistente/doce que o ideal	Amostra	Consistência	Doçura
+1	Ligeiramente + consistente/doce que o ideal			
0	Ideal			
-1	Ligeiramente - consistente/doce que o ideal			
-2	Moderadamente - consistente/doce que o ideal			
-3	Muito - consistente/doce que o ideal			
-4	Extremamente - consistente/doce que o ideal			

Avalie cada amostra em relação à atitude de compra do produto, utilizando a escala abaixo e baseando-se na impressão global do produto:

5	Certamente compraria	Amostra	Atitude de compra
4	Provavelmente compraria		
3	Talvez comprasse; talvez não comprasse		
2	Provavelmente não compraria		
1	Certamente não compraria		

Por favor, prove as amostras de iogurte caprino com geleia de manga da esquerda para a direita e indique a amostra que você:

Mais gostou: \_\_\_\_\_

Menos gostou: \_\_\_\_\_

Comentários sobre o produto: \_\_\_\_\_

Obrigado pela colaboração!

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PÓS-GRADUAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está convidado a participar como voluntário, sem qualquer tipo de pagamento da pesquisa intitulada: "DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE CAPRINO ADICIONADO DE GELEIA DE MANGA E PREBIÓTICO". Você não deve participar contra sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

O propósito desta pesquisa é avaliar a aceitação de iogurte elaborado com leite de cabra, açúcar, gelatina e inulina, adicionado de geleia de manga contendo polpa de manga, açúcar, ácido cítrico e pectina, e desta forma avaliar os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global do produto, portanto pessoas alérgicas ou intolerantes ao leite de cabra, seus produtos derivados, e outros alimentos alergênicos não poderão participar desta pesquisa. Garantimos que todos os produtos serão elaborados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação e, portanto, não oferecem qualquer risco à sua saúde.

Os benefícios oriundos deste estudo serão a obtenção de um produto regional, saudável e funcional, elaborado conforme requisitos da legislação brasileira, e ainda agregar valor a matérias-primas produzidas na região.

Os dados serão coletados por meio de uma ficha de análise sensorial através do teste de escala hedônica de nove pontos. Os participantes receberão 40g de amostra sob temperatura de refrigeração, irão provar e avaliar os atributos citados anteriormente, através de uma pontuação (1 a 9), onde 1 corresponde desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo.

Aqueles que fornecerem dados espontaneamente pós-esclarecimento terão suas identidades preservadas mesmo em publicações em documentos especializados nos meios de comunicação científicos ou leigos.

O abaixo-assinado, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos,  
RG \_\_\_\_\_ declara que é livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento e que, após sua leitura tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Sou sabedor que terei todas as dúvidas respondidas a contento pela pesquisadora responsável Layane Maciel Alves (85) 87617126 ou e-mail: layanemaciel@yahoo.com.br. Declaro ainda estar recebendo uma cópia assinada deste Termo.

Fortaleza, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador  
Layane Maciel Alves  
Av. Humberto Monte, S/N

**ATENÇÃO:** Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, Rua Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo, Telefone: 3366.8344