



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**TESE**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO  
E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PREPARADO SÓLIDO PARA  
IOGURTE PREBIÓTICO DE MANGA, OBTIDO POR LIOFILIZAÇÃO**

**EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA**

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO DE 2016**

EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PREPARADO SÓLIDO PARA  
IOGURTE PREBIÓTICO DE MANGA, OBTIDO POR LIOFILIZAÇÃO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

**ORIENTADORES:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Trindade Rocha  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josivanda Palmeira Gomes

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO DE 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- O48d Oliveira, Emanuel Neto Alves de.  
Desenvolvimento e caracterização de preparado sólido para iogurte prebiótico de manga obtido por liofilização / Emanuel Neto Alves de Oliveira. – Campina Grande, 2016.  
153 f. : il. color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2016.  
"Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Trindade Rocha, Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes".  
Referências.
1. Leite Fermentado. 2. Inulina. 3. *Mangifera indica* L.  
4. Secagem. I. Rocha, Ana Paula Trindade. II. Gomes, Josivanda Palmeira. III. Título.
- CDU 637.146(043)



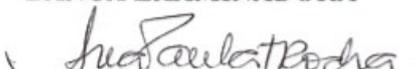
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PREPARADO SÓLIDO  
PARA IOGURTE PREBIÓTICO DE MANGA OBTIDO POR LIOFILIZAÇÃO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

  
\_\_\_\_\_  
**Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Trindade Rocha**  
Orientadora - UAEAl/UFCG

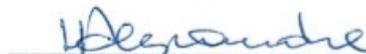
APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
**Dr<sup>a</sup>. Josivanda Palmeira Gomes**  
Orientadora - UAEA/UFCG

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
**Dr<sup>a</sup>. Elisândra Costa Almeida**  
Examinador - CCTA/UFCG

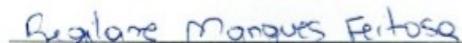
APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
**Dr<sup>a</sup>. Hofsky Vieira Alexandre**  
Examinadora - PDI/CNPq/UFCG

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Acácio Figueiredo Neto**  
Examinadora - UNIVASF

Aprovado

  
\_\_\_\_\_  
**Dr<sup>a</sup>. Regilane Marques Feitosa**  
Examinadora - PNPD/CAPES/UFCG

Aprovado

FEVEREIRO DE 2016

A Jesus Cristo, autor e  
consumador de minha fé.

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

A meus pais, Maria Lucia Alves de Oliveira e Pedro Manuel de Oliveira, pelo apoio e confiança que depositaram em mim e pelo incentivo a vencer mais um desafio.

A meus irmãos, Lussandrio Alves de Oliveira, Alexandro Alves de Oliveira e Sâmara Alves de Oliveira, pelo incentivo.

Às minhas orientadoras Dra. Ana Paula Trindade Rocha e Dra Josivanda Palmeira Gomes, pelos conselhos e confiança.

A todos os professores e funcionários do LAPPA/UAEA/UFCG, pelos ensinamentos e colaborações, especialmente aos professores Dr. Alexandre José de Melo Queiroz e Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, me ajudaram na realização deste estudo, em especial Regilane Marques, Dyego Santos, Danielle Martins, Luciano Marinho e Elisabete Piancó.

A todos, o meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	XI
LISTA DE TABELAS .....	XIII
RESUMO .....	XV
ABSTRACT .....	XVI
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo geral.....	3
1.1.1 Objetivos específicos .....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1 Leite.....	5
2.2. Manga.....	6
2.3 Liofilização.....	7
2.4 Aditivos alimentares.....	9
2.5 Iogurte .....	12
2.5.1 Alterações em iogurtes.....	14
2.5.2 Bactérias lácteas.....	15
2.6. Alimentos prebióticos .....	17
2.6.1 Inulina .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local de realização dos experimentos.....	21
3.2 Matérias-primas.....	21
3.2.1 Caracterização físico-química do leite.....	21
3.2.1.1 Extrato seco total (%) .....	21
3.2.1.2 Cinzas (%) .....	22
3.2.1.3 Lipídeos (%) .....	22
3.2.1.4 Proteínas (%) .....	22
3.2.1.5 Carboidratos totais (%).....	22
3.2.1.6 Valor calórico (kcal/100 g).....	22
3.2.1.7 pH .....	22
3.2.1.8 Acidez em ácido láctico (%) .....	23
3.2.1.9 Atividade de água .....	23
3.2.1.10 Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) .....	23
3.2.1.11 Sólidos não gordurosos (%).....	23

3.2.1.12	Parâmetros de cor .....	23
3.2.1.13	Determinação de minerais .....	24
3.2.2	Avaliação microbiológica do leite .....	24
3.2.2.1	Coliformes totais a 35 °C .....	25
3.2.2.2	Coliformes termotolerantes a 45 °C .....	25
3.2.2.3	<i>Salmonella</i> sp. ....	25
3.2.2.4	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva .....	25
3.2.3	Obtenção e caracterização físico-química da polpa de manga .....	25
3.2.3.1	Teor de água (%) .....	27
3.2.3.2	Acidez em ácido cítrico (%) .....	27
3.2.3.3	Ácido ascórbico (mg/100 g) .....	27
3.2.3.4	Sólidos solúveis totais (°Brix) .....	27
3.2.3.5	Ratio .....	27
3.2.3.6	Lipídeos (%) .....	27
3.2.3.7	Sólidos totais (%) .....	28
3.2.3.8	Açúcares redutores em glicose (%) .....	28
3.2.3.9	Açúcares totais (%) .....	28
3.2.3.10	Açúcares não redutores em sacarose (%) .....	28
3.2.4	Caracterização microbiológica da polpa de manga .....	28
3.2.4.1	Contagem de microrganismos mesófilos .....	28
3.2.4.2	Bolores e leveduras .....	29
3.3	Obtenção dos preparados sólidos .....	29
3.3.1	Elaboração das formulações .....	29
3.3.2	Liofilização e obtenção dos preparados sólidos .....	30
3.3.2.1	Caracterização microbiológica dos preparados sólidos .....	31
3.3.2.2	Caracterização físico-química dos preparados sólidos .....	31
3.3.2.2.1	Teor de água (%) .....	31
3.3.2.2.2	Molhabilidade .....	31
3.3.2.2.3	Solubilidade .....	32
3.3.2.2.4	Higroscopicidade .....	33
3.3.2.2.5	Densidade aparente .....	33
3.3.2.2.6	Densidade compactada .....	33
3.3.2.2.7	Densidade real .....	34
3.3.2.2.8	Porosidade .....	34

3.3.2.2.9 Fator de Hausner.....	35
3.3.2.2.10 Índice de compressibilidade .....	35
3.4 Reconstituição e incubação dos preparados sólidos para fermentação .....	36
3.4.1 Avaliação microbiológica dos iogurtes.....	37
3.4.1.1 Contagem de bactérias lácteas totais .....	37
3.4.2 Caracterização físico-química dos iogurtes .....	37
3.4.2.1 Sinerese (%)......	37
3.4.2.2 Extrato seco desengordurado (%)......	38
3.4.2.3 Diferença total de cor .....	38
3.4.3 Avaliação sensorial dos iogurtes.....	38
3.5 Determinação das isotermas de adsorção de água .....	39
3.5.1 Modelagem matemática .....	40
3.6 Caracterização reológica dos iogurtes.....	41
3.7 Análises cromatográficas do preparado sólido e iogurte melhor aceito.....	43
3.7.1 Determinação de açúcares.....	43
3.7.2 Determinação de ácidos graxos .....	43
3.7.3 Determinação de ácidos orgânicos .....	44
3.8 Análise estatística.....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
4.1 Caracterização das matérias-primas .....	46
4.1.1 Caracterização microbiológica da polpa de manga .....	46
4.1.2 Caracterização físico-química da polpa de manga.....	47
4.1.3 Caracterização microbiológica do leite pasteurizado .....	50
4.1.4 Caracterização físico-química do leite pasteurizado.....	51
4.2 Caracterização dos preparados sólidos para iogurte .....	54
4.2.1 Caracterização microbiológica dos preparados sólidos para iogurte.....	54
4.2.2 Caracterização físico-química dos preparados sólidos .....	55
4.2.2.1 Planejamento experimental.....	55
4.2.2.2 Composição mineralógica dos preparados sólidos .....	64
4.2.2.3 Avaliação colorimétrica dos preparados sólidos .....	65
4.2.2.4 Avaliação dos parâmetros físicos dos preparados sólidos.....	68
4.3 Caracterização dos iogurtes.....	72
4.3.1 Caracterização microbiológica dos iogurtes .....	72
4.3.2 Caracterização físico-química dos iogurtes .....	75

4.3.2.1 Planejamento experimental.....	75
4.3.2.2 Avaliação mineralógica dos iogurtes.....	87
4.3.2.3 Avaliação colorimétrica dos iogurtes.....	89
4.3.3 Avaliação sensorial dos iogurtes.....	92
4.3.3.1 Determinação do índice de aceitabilidade dos iogurtes.....	101
4.4 Determinação das isotermas de adsorção de água.....	104
4.5 Caracterização reológica do iogurte.....	109
4.5.1 Comportamento da viscosidade aparente.....	112
4.6 Resultados cromatográficos do preparado sólido e iogurte mais aceito.....	113
4.6.1 Determinação de açúcares.....	113
4.6.2 Determinação de ácidos graxos.....	114
4.6.3 Determinação de ácidos orgânicos.....	116
5 CONCLUSÕES.....	118
REFERÊNCIAS.....	120
APÊNDICES.....	149

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Mangas da variedade Tommy Atkins .....	7
<b>Figura 2.2</b> - Estrutura molecular da goma xantana.....	10
<b>Figura 2.3</b> - Molécula da goma guar. ....	11
<b>Figura 2.4</b> - Curva de desenvolvimento simbiótico da cultura lática durante a fermentação do iogurte.....	16
<b>Figura 2.5</b> - Estrutura química da inulina.....	18
<b>Figura 3.1</b> - Diagrama (A) e parte (B) do diagrama de cromaticidade $a^*$ e $b^*$ .....	24
<b>Figura 3.2</b> - Fluxograma de processamento da polpa de manga .....	26
<b>Figura 3.3</b> - Liofilizador utilizado para secagem das formulações dos preparados sólidos para iogurte de manga .....	30
<b>Figura 3.4</b> - Fluxograma de reconstituição e fermentação dos preparados sólidos para obtenção dos iogurtes .....	36
<b>Figura 4.1</b> - O diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga .....	60
<b>Figura 4.2</b> - Superfícies de resposta para os a caracterização físico-química dos preparados sólidos em função das porcentagens de polpa e açúcar. ....	63
<b>Figura 4.3</b> - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição centesimal e valor calórico dos iogurtes prebióticos de manga. ....	83
<b>Figura 4.4</b> - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a caracterização físico-química dos iogurtes prebióticos de manga.....	84
<b>Figura 4.5</b> - Superfícies de resposta para os a caracterização físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em função das porcentagens de polpa e açúcar.....	86
<b>Figura 4.6</b> - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para os atributos sensoriais do iogurte prebiótico de manga. ....	99
<b>Figura 4.7</b> - Superfícies de resposta para os atributos sensoriais dos iogurtes prebiótico de manga em função das porcentagens de polpa e açúcar. ....	100

<b>Figura 4.8</b> - Valores de índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais avaliados nos iogurtes prebióticos de manga.....	102
<b>Figura 4.9</b> - Índice de aceitação dos iogurtes prebióticos de manga.....	103
<b>Figura 4.10</b> – Isotermas de adsorção de água do preparado sólido para iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, com ajustes pelo modelo de GAB, Peleg, Oswin e Smith.....	108
<b>Figura 4.11</b> - Relação da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para diferentes temperaturas com ajustes pelo modelo de Herschel-Bulkley (A), Ostwald-de-Waelle (B) e Casson (C).....	111
<b>Figura 4.12</b> - Viscosidades aparentes experimentais do iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 5 e 10 °C.....	112

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> - Matriz de planejamento para as formulações dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga, com suas respectivas variáveis independentes e seus níveis reais e codificados.....	29
<b>Tabela 3.2</b> - Modelos matemáticos utilizados para estimar as isotermas de adsorção de água das amostras de preparados sólidos.....	40
<b>Tabela 3.3</b> - Modelos reológicos a serem ajustados às medidas reológicas dos iogurtes...	42
<b>Tabela 4.1</b> – Análises microbiológicas da polpa de manga <i>in natura</i> .....	46
<b>Tabela 4.2</b> – Caracterização físico-químico da polpa de manga. ....	48
<b>Tabela 4.3</b> – Análises microbiológicas do leite pasteurizado utilizado na elaboração dos preparados sólidos para iogurte. ....	50
<b>Tabela 4.4</b> – Caracterização físico-químico do leite pasteurizado integral.....	52
<b>Tabela 4.5</b> – Análises microbiológicas dos preparados sólidos para iogurtes.....	54
<b>Tabela 4.6</b> - Resultados das variáveis respostas para a composição físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança. ....	56
<b>Tabela 4.7</b> - Análises de regressão e modelos empíricos para a composição centesimal e físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança. ....	60
<b>Tabela 4.8</b> - Resultados da composição mineral dos iogurtes prebióticos de manga.....	64
<b>Tabela 4.9</b> - Resultados dos parâmetros de cor dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga. ....	66
<b>Tabela 4.10</b> - Resultados da caracterização física dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga. ....	71
<b>Tabela 4.11</b> – Análises microbiológicas dos iogurtes. ....	74
<b>Tabela 4.12</b> - Resultados das variáveis respostas para a composição centesimal e físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança. ....	76
<b>Tabela 4.13</b> - Análises de regressão e modelos empíricos para a composição centesimal e físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.....	79
<b>Tabela 4.14</b> - Resultados da composição mineral dos iogurtes prebióticos de manga.....	87
<b>Tabela 4.15</b> - Resultados dos parâmetros de cor dos iogurtes prebióticos de manga.....	89

<b>Tabela 4.16</b> - Resultados das variáveis respostas para os atributos sensoriais dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.....	94
<b>Tabela 4.17</b> - Análises de regressão e modelos empíricos para os atributos sensoriais dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.....	98
<b>Tabela 4.18</b> - Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção preparado solido para do iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C. ....	105
<b>Tabela 4.19</b> - Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P) do iogurte de manga mais aceito em diferentes temperaturas. ....	109
<b>Tabela 4.20</b> - Perfil de açúcares da amostra de preparado sólido e iogurte mais aceito segundo avaliação sensorial.....	114
<b>Tabela 4.21</b> - Perfil de ácidos graxos da amostra de preparado solido e iogurte mais aceito. ....	115
<b>Tabela 4.22</b> - Perfil de ácidos orgânicos da amostra de preparado sólido e iogurte mais aceito mediante avaliação sensorial.....	117

## RESUMO

O leite é um dos alimentos mais consumidos no mundo, apresenta excelente valor nutricional e é utilizado para a produção de uma grande variedade de derivados, como leite em pó, bebida láctea, iogurte além de possibilitar a elaboração de outros produtos. Objetivou-se com o estudo desenvolver e caracterizar preparados sólidos para iogurte prebióticos de manga obtidos por liofilização. Inicialmente foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica da polpa de manga e do leite. Os preparados sólidos foram elaborados por meio de um planejamento experimental fatorial  $2^2$  mais três pontos centrais resultando em 7 experimentos, onde foi estudado como variáveis independentes as concentrações de polpa de manga (4, 8 e 12%) e açúcar (4, 8 e 12%) e como variáveis respostas as características físico-químicas dos preparados sólidos e iogurtes e sensoriais dos iogurtes. As formulações foram liofilizadas a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 h. Após a caracterização os preparados sólidos foram reconstituídos e fermentados para obtenção dos iogurtes. Os iogurtes foram submetidos a análises microbiológicas, físico-químicas, sensoriais e reológicas no iogurte melhor aceito. Assim como as isotermas de adsorção de água no preparado sólido nas temperaturas de 20, 30 e  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . As análises microbiológicas e físico-químicas do leite e da polpa ficaram dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira. Os resultados microbiológicos dos preparados sólidos foram satisfatórios não apresentando contaminação microbiana, já os físico-químicos apresentaram baixos índices de teores de água (3,22-4,78%), atividade de água, acidez, molhabilidade e intensidade de vermelho, considerados de lipídeos, proteínas, carboidratos, cinzas e intensidade de amarelo e elevados de calorías, cálcio, potássio, fósforo, luminosidade. Os iogurtes apresentam-se dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos com exceção do teor de proteínas, sendo os iogurtes classificados como parcialmente desnatados segundo o teor de gordura (1,15-2,08%). Os iogurtes apresentaram elevados índices de aceitação sendo o elaborado com a maior concentração de polpa e açúcar o mais aceito. O preparado sólido apresentou-se muito higroscópico sendo o modelo matemático de GAB o mais recomendado na predição do equilíbrio higroscópico apresentando comportamento do tipo III. A viscosidade aparente do iogurte diminuiu com o aumento da taxa de deformação, comportando-se como um fluido pseudoplástico e o modelo de Herschel-Bulkley foi que melhor se ajustou aos dados reológicos.

**Palavras-chave:** Leite fermentado, inulina, *Mangifera indica* L., secagem.

## ABSTRACT

Milk is one of the most consumed foods in the world, has excellent nutritional value and is used to produce a variety of derivatives, such as powdered milk, milk beverage, yogurt, besides enabling the elaboration of other products. The objective of the study was to develop and characterize solid preparations for mango prebiotic yogurt obtained by lyophilization. It was initially performed the physicochemical and microbiological characterization of mango pulp and milk. Solid preparations were elaborated using a 2<sup>2</sup> factorial design plus three central points resulting in seven experiments studying mango pulp concentrations (4, 8 and 12%) and sugar (4, 8 and 12 %) as independent variables and the physicochemical characteristics of solid preparations and yogurts and sensory characteristics of yogurts as response variables. Formulations were lyophilized at -40° C for 48 h. After characterization, solid preparations were reconstituted and fermented to obtain yogurts. Yoghurts were subjected to microbiological, physicochemical, sensory and rheological properties in the better accepted yogurt, as well as the water adsorption isotherms of the solid preparation at temperatures of 20, 30 and 40 °C. Microbiological and physicochemical analysis of milk and pulp were within the quality standards required by Brazilian law. The microbiological results of solid preparations were satisfactory showing no microbial contamination, while the physicochemical results showed low levels of water content (3.22 to 4.78%), water activity, acidity, wettability and red intensity, considered lipids, proteins, carbohydrates, ash and yellow intensity and high calories, calcium, potassium, phosphorus, luminosity. Yoghurts are within the microbiological and physicochemical standards with the exception of the protein content, being classified as partially skimmed yoghurts according to the fat content (1.15 to 2.08%). Yogurts showed high acceptance rates being prepared with the highest concentration of pulp and sugar the most accepted. The solid preparation was very hygroscopic and the GAB mathematical model was the most recommended predicting the hygroscopic equilibrium showing Type III behavior. The apparent yogurt viscosity decreased with increasing shear rate, behaving like a pseudoplastic fluid and the Herschel-Bulkley model was best fit to rheological data.

**Keywords:** Fermented milk, inulin, *Mangifera indica* L., drying.

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de alimentos procura inovações que favoreçam o aproveitamento e o aumento do nicho de mercado para alimentos conhecidos através de processamento adequado para o desenvolvimento de novos produtos de qualidade.

O leite é um alimento natural, reconhecido por seu valor nutritivo, e considerado alimento completo. Possui proteínas fundamentais à nutrição, com função plástica de reparação celular além de fornecer aminoácidos essenciais em quantidade adequada para o crescimento e suplementação de dietas alimentares (BADARÓ et al., 2007).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, enquanto o leite de outras espécies deve denominar-se segundo a espécie da qual proceda.

A sazonalidade pode influenciar a composição do leite e, por sua vez, o rendimento de produtos lácteos (SOUZA et al., 2010a). De acordo com Fagnani et al. (2014) a partir de estudos que caracterizam a produção regional, as indústrias e os produtores podem prever os fatores sazonais que afetam a qualidade do leite possibilitando que medidas preventivas sejam implantadas, otimizando e racionalizando a produção e/ou o beneficiamento de produtos lácteos.

Atualmente, a indústria de alimentos utiliza o leite como matéria-prima visando ao processamento de uma série de derivados que fazem parte da alimentação e cotidiano da população; entre esses derivados se destaca o leite em pó e o iogurte.

O processamento do leite em pó é uma das alternativas utilizadas pela indústria de alimentos para sua conservação por longos períodos. Segundo Oliveira et al. (2011), a desidratação causa, em geral, poucas alterações, algumas desejáveis, como a perda de água, por técnicas adequadas com a consequente concentração dos nutrientes por unidade de peso.

Segundo Martins et al. (2011) o uso da tecnologia de liofilização ou a desidratação a frio é um processo confiável de conservação de produtos biológicos, cujo resultado final é um produto com estrutura porosa e capaz de ser reconstituído pela simples adição de água; desta forma, os produtos liofilizados não sofrem tantas alterações sensoriais de cor, sabor, aroma e

químicas, quanto aos teores de vitaminas, açúcares, sais minerais, proteínas etc. e, quando conservados adequadamente, mesmo a temperatura ambiente, permanecem intactos por longos períodos.

Podem ser encontrados no mercado e na literatura, uma grande variedade de preparados sólidos obtidos através de diversos métodos de secagem para preparo de produtos alimentícios mediante reidratação do produto em pó, no entanto, não foram encontrados relatos de desenvolvimento de preparados sólidos para posterior elaboração de iogurtes.

O iogurte é um dos produtos lácteos mais consumidos e constitui uma rica fonte de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos (DAVANÇO et al., 2009). Que ganhou grande popularidade em todo o mundo por suas reconhecidas características sensoriais, nutricionais e propriedades funcionais (GÜNDOĞDU et al., 2009). É o leite fermentado mais nutritivo, devido ao elevado nível de sólidos oriundos do próprio leite, além de nutrientes desenvolvidos durante o processo de fermentação (FADELA et al., 2009).

Nos últimos anos o consumo de iogurte tem aumentado rapidamente em razão do fato deste produto lácteo preencher necessidades nutricionais da população (PAPADIMITRIOU et al., 2007). Segundo Fadela et al. (2009) estão disponíveis, no mercado, diferentes tipos de iogurtes como o batido, o firme, o congelado e o líquido.

Pode ser adicionada ao iogurte, uma série de produtos de origem não láctea, que possam conferir consistência, cor, sabor ou propriedades funcionais ao produto, como espessantes e estabilizantes; entre eles, a goma guar e xantana, frutas seja na forma de pedaços ou polpa, assim como, ingredientes com propriedades prebióticas como frutanos tipo inulina.

Segundo Pimentel et al. (2012) frutanos, tipo inulina, são os principais compostos com propriedades prebióticas, sendo caracterizados como polímeros em que uma ou mais ligações frutossil-frutose representam a maioria das ligações glicosídicas, e incluem a inulina e as oligofrutoses.

O Brasil, apresenta pelas condições climáticas, grande diversidade de espécies frutíferas tropicais nativas e exóticas, que têm boa aceitação do mercado interno e também com perspectivas para utilização agroindustrial (BARBOSA et al., 2013) no processamento de iogurte, a exemplo da manga. Além disto, esta fruta também é muito apreciada por suas características sensoriais (sabor, aroma e cor) e nutricionais (KIM et al., 2009a).

Neste contexto, o desenvolvimento de preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga através do processo de liofilização, é uma inovação tecnológica para o setor de desenvolvimento de novos produtos, que poderão ser lançados no mercado, através de aplicação de processos tecnológicos adequados, uma vez que a literatura não disponibiliza de pesquisas específicas sobre o tema proposto.

## **1.1 Objetivo geral**

Desenvolver preparados sólidos para iogurte prebiótico de manga, obtido por liofilização.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- Caracterizar o leite e a polpa de manga quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos;
- Elaborar as formulações dos preparados sólidos variando as concentrações de polpa de manga (4, 8 e 12%) e açúcar (4, 8 e 12%) por meio de planejamento experimental;
- Liofilizar as formulações na temperatura de -40 °C e pressão de 0,12 mbar;
- Estudar a influência das variáveis de processo (porcentagens de polpa de manga e açúcar) sobre as variáveis respostas (características físico-químicas) dos preparados sólidos liofilizados;
- Determinar as características microbiológicas dos preparados sólidos;
- Reconstituir e incubar os preparados sólidos para fermentação e obtenção dos iogurtes;
- Determinar as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais dos iogurtes;
- Estudar a influência das variáveis de processo (porcentagens de polpa de manga e açúcar) sobre as variáveis respostas (características físico-químicas e sensoriais) dos iogurtes;
- Determinar as isotermas de adsorção de água no preparado sólido do iogurte que apresentar maior índice de aceitação, segundo teste sensorial, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C e ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais;

- Determinar as características reológicas do iogurte que apresentar maior índice de aceitação nas temperaturas de 5 e 10 °C e ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais;
- Determinar a composição de açúcares, ácidos graxos e ácidos orgânicos no preparado sólido e no iogurte que apresentar maior índice de aceitação.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Leite**

A atividade leiteira se insere em uma cadeia produtiva de alta complexidade, que exige especialização dos produtores para atender às exigências e às demandas do mercado mundial (ARAUJO e SILVA, 2014). Segundo Marcon et al. (2014) o conhecimento da cadeia produtiva de leite se torna importante, visto que permite traçar o perfil da produção leiteira e com isto, pontuar possíveis gargalos existentes na produção.

Foram produzidos, no ano de 2013, 157.258 mil litros de leite por dia, em todo estado da Paraíba (IBGE, 2013) mesmo com as condições climáticas desfavoráveis decorrentes da seca, no entanto os produtores buscam alternativas para não haver queda brusca na produção como os pastejos irrigados e o sistema de confinamento.

A qualidade é um dos maiores problemas na cadeia de produção de leite no Brasil, interferindo negativamente na produção e no rendimento de derivados. De acordo com Polegato e Rudge (2003), as maiores preocupações, quanto à qualidade físico-química, sensorial e microbiológica do leite, estão associadas ao estado de conservação, à eficiência do seu tratamento térmico e à integridade físico-química, principalmente aquela relacionada à adição ou remoção de substâncias químicas próprias ou estranhas à sua composição.

A composição físico-química do leite varia bastante, em virtude de vários fatores entre eles se incluem: a raça do animal, a alimentação, a ordenha, o intervalo de ordenha, a influência sazonal, o estado fisiológico e anormalidades genéticas do animal (MENKUDALE et al., 2011).

Em razão do leite ser rico em nutrientes (cálcio, proteínas, lipídeos) é necessário assegurar sua qualidade (SILVA et al., 2010) tanto do ponto de vista de saúde pública como para aumentar sua vida de prateleira. Vários são os métodos disponíveis que possibilitam o aumento do seu tempo de conservação como, por exemplo, refrigeração, pasteurização, esterilização, desidratação e fermentação, prevenindo ou inibindo o crescimento dos microrganismos indesejáveis (LEONARDI et al., 2011).

Segundo Bürger et al. (2011) o tratamento térmico é aplicado ao leite com o objetivo de destruir as bactérias que possam ser prejudiciais à saúde, eliminar outros microrganismos, especialmente aqueles que podem favorecer deterioração do leite e produtos lácteos, inativar enzimas do próprio produto e enzimas produzidas por microrganismos. Para evitar esses riscos, o leite deve ser obtido de forma higiênica, resfriado e rapidamente transportado até a usina de beneficiamento onde deve ser submetido ao tratamento térmico adequado (CALDEIRA et al., 2010).

Para Alfonso et al. (2012) a contaminação dos produtos lácteos por microrganismos pode originar-se do suprimento de água de qualidade inadequada, deficiências de procedimentos de higiene e doenças no rebanho, como a mastite.

## **2.2 Manga**

As frutas têm sido foco de interesse de muitos profissionais da área da saúde pelo seu valor nutricional, principalmente em seu conteúdo de antioxidantes naturais como vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, possuindo papel importante na prevenção de doenças (OLIVEIRA et al., 2010). Entre as frutas mais apreciadas e estudadas, tem-se a manga.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma fruteira asiática que se adaptou muito bem ao clima brasileiro, produzindo inúmeras variedades e sendo facilmente encontrada desde a Amazônia até as regiões Sudeste e Centro-Oeste (FISCHER et al., 2009).

A manga pertence à família *Anacardiaceae*, é uma fruta com grande quantidade de polpa, de tamanho e formato variável, aroma e cor agradáveis que faz parte do elenco das frutas tropicais de grande importância econômica. A mangicultura é uma das principais atividades do agronegócio frutícola do Brasil, apresentando desempenho crescente (CAVALCANTI et al., 2011). É um fruto climatérico que sofre incremento na respiração e na produção de etileno quando exposta à aplicação exógena de etileno (SILVA et al., 2009).

De acordo com Brito et al. (2013) a cultura da manga apresenta especial importância econômica e social no Brasil, na medida em que envolve grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo.

A produção de manga voltada para o mercado de produto de qualidade é exigida cada vez mais, tanto nas novas tecnologias, mão-de-obra qualificada e serviços especializados, como no processo produtivo e nas atividades pós-colheita. Por se tratar de um produto que se

consome principalmente *in natura*, tornam-se importantes as limitações relativas à conservação, embalagem e transporte. A qualidade da fruta que chega ao mercado consumidor deve atender às exigências de aparência, firmeza, cor e odor, dentre outros (CRUZ et al., 2010a).

A variedade ‘Tommy Atkins’ (Figura 2.1) foi desenvolvida na década de 1920, em Fort Lauderdale, Estado da Flórida, nos Estados Unidos. A árvore tem copa arredondada, densa e apresenta tolerância à antracnose e ao oídio. Os frutos são de tamanho médio a grande, de casca grossa e forma oval-oblonga, de semente pequena (que representa 7 a 8% em relação à polpa). Quando maduros, adquirem cor avermelhada a purpúrea. A polpa é firme e sucosa, apresentando certa quantidade de fibra de boa qualidade (COHEN et al., 2001). Segundo Santos et al. (2011) a cultivar ‘Tommy Atkins’ historicamente domina a exportação de manga no Brasil, em especial para os Estados Unidos.



**Figura 2.1** - Mangas da variedade Tommy Atkins  
Fonte: Arquivo pessoal

### **2.3 Liofilização**

O processo de liofilização consiste em um processo de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada a temperaturas baixas e sob vácuo. O desempenho do processo é fortemente dependente da escolha adequada das condições operacionais e, portanto, há necessidade de uma análise extensiva de seus efeitos no tempo de processamento e na qualidade do produto obtido (VIEIRA et al., 2012). Segundo Leiner et al. (2009), este

processo de secagem possui uma série de vantagens que o torna preferido para a conservação de produtos biológicos por longos períodos.

De acordo com Moraga et al. (2012) é considerado um processo de referência, pois a sublimação do gelo, através de um processo a baixa temperatura, não só preserva o sabor e cor mas também minimiza o dano térmico, principalmente em nutrientes sensíveis.

A secagem por liofilização é dividida em duas etapas: a secagem primária e na secundária. Segundo Wang et al. (2012) após a fase o congelamento, a pressão da câmara de secagem é reduzida a um valor que permite a sublimação do gelo, significando o início da fase de secagem primária. A seleção da pressão da câmara depende da temperatura final do material congelado; a pressão deve ser mais baixa do que a pressão de vapor do gelo. A fase de secagem secundária envolve a remoção da água ligada por dessorção; a quantidade de água ligada é de cerca de 10-35% do teor de umidade total. O efeito da água de ligação sobre a taxa de secagem e do tempo de secagem global é significativo. O tempo necessário para remover a água de ligação pode ser tão longo quanto, ou mais do que, o tempo gasto para a remoção da água livre.

Atualmente, é crescente a procura, no mundo, por variedades de produtos em pó instantâneos, que podem ser reconstituídos (CHAUHAN e PATIL, 2013). Segundo Guerra et al. (2005), a secagem do leite para obtenção do produto em pó, está configurada entre as diversas tecnologias para o seu aproveitamento; nesse tipo de processo os nutrientes são conservados quase que completamente.

Alimentos liofilizados são produtos com alto valor agregado por reter grande parte de seus nutrientes originais uma vez que empregam baixas temperaturas em seu processamento; além disto, a qualidade final do produto, considerando-se os aspectos nutritivos e sensoriais, também deve ser investigada para garantir alimentos seguros e nutritivos aos consumidores. Dentre os índices de qualidade, pode-se citar o teor de retenção de vitamina C, a capacidade de reidratação e a textura (VIEIRA et al., 2012).

Para Kim et al. (2009b) a principal razão para a produção de leite em pó é prolongar o prazo de validade e para facilitar o armazenamento e manuseamento. Quando armazenadas em condições adequadas, ou seja, ambiente seco e fresco, o leite integral em pó tem prazo de validade de 12 meses e o leite desnatado em pó, em torno de 24 meses.

A reidratação de produtos secos é uma propriedade significativa para caracterizar a qualidade de produtos que devem ser reconstituídos antes do seu consumo (GARCÍA-PASCUAL et al., 2006). Segundo Lee et al. (2006), é um processo complexo tendo em vista a restauração das propriedades do produto *in natura*. A reidratação de produtos desidratados, é, normalmente, composta de três processos simultâneos: a embebição do material seco em água, o inchaço dos componentes hidrofílicos e a lixiviação de sólidos solúveis. Durante a reidratação, a absorção de água é mais rápida durante a fase inicial, nos estágios seguintes, a taxa diminui gradualmente, visto que o teor de umidade do produto se aproxima do equilíbrio, quando a água preenche quase todos os poros e o material recupera uma percentagem considerável do seu teor de umidade original.

## **2.4 Aditivos alimentares**

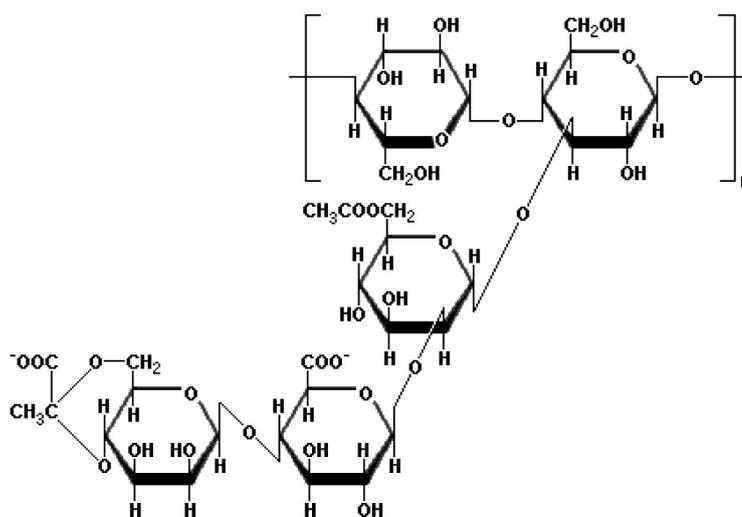
A indústria de alimentos está constantemente à procura de novos ingredientes para melhorar produtos já existentes ou introduzir novos produtos no mercado (KAWAGUTI e SATO, 2008). O uso de aditivos alimentares é uma das técnicas mais empregadas para facilitar os processos de obtenção de alimentos em pó podendo proporcionar ao produto maior viscosidade após a hidratação.

No âmbito da adição de aditivos alimentares em produtos lácteos, se aponta o uso de estabilizantes e espessantes, que são coloides hidrofílicos e se ligam à água e aumentam a viscosidade, principalmente de iogurtes e ajudam a evitar a separação do soro (sinerese). Os estabilizadores mais comuns são: a gelatina, o amido modificado, a goma xantana, a goma guar, a goma arábica e a pectina. As quantidades aplicadas oscilam entre 0,1-0,5% e exigem certos cuidados ao serem adicionados. O ideal é que se faça uma pré-mistura com o açúcar ou outro ingrediente, desde que venha a entrar na formulação (SANTOS, 2011).

Diante da grande variedade de gomas utilizadas pela indústria de alimentos como estabilizantes se destaca a goma xantana e a goma guar. Segundo Appelqvist e Debet (1997) o *blend* de amidos nativos e hidrocolóides polissacarídeos, tem sido, entre outras, utilizada na indústria de alimentos para modificar e controlar a textura e melhorar a retenção de umidade.

Segundo Brandão et al. (2010), a goma xantana é um biopolímero classificado como heteroexopolissacarídeo ramificado, aniônico, produzido por fermentação, empregando a

bactéria *Xanthomonas campestris*. Porém, as outras espécies de *Xanthomonas* também são capazes de produzir xantana, com eficiência, em qualidade variável. De acordo com Nery et al. (2008), possui estrutura (Figura 2.2) primária formada por unidades repetidas de pentassacarídeos. A molécula de xantana é perfeitamente regular quanto à presença de ramificações em uma glicose a cada duas; no entanto, há certa irregularidade pois nem todas as cadeias laterais são acetiladas ou piruvatadas (BORGES e VENDRUSCOLO, 2008).



**Figura 2.2** - Estrutura molecular da goma xantana

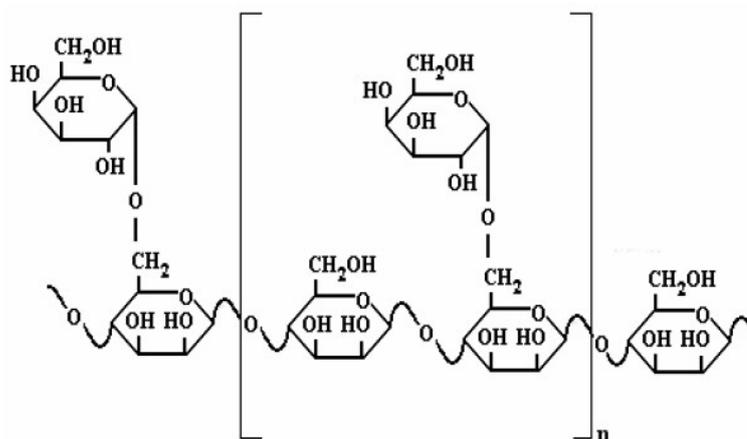
**Fonte:** Nery et al. (2008)

As maiores vantagens da xantana, frente a outras gomas, são: alta viscosidade em baixas concentrações; estabilidade em amplas faixas de pH (2-11), em altas concentrações de eletrólitos (150 g.L<sup>-1</sup> de cloreto de sódio) e em temperaturas acima de 90 °C; grande escala de produção em curto espaço de tempo por processo fermentativo e, por fim, suas propriedades pseudoplásticas (ROSALAM e ENGLAND, 2006).

A goma guar é um polissacarídeo de cadeia linear, não iônico solúvel em água, não iônico, obtido a partir do endosperma de sementes da leguminosa *Cyamopsis tetragonoloba* (ACHAYUTHAKAN e SUPHANTHARIKA, 2008; OHASHI et al., 2012). De acordo com Abdallah (2004) e Codagnone et al. (2004) sua molécula consiste em uma cadeia longa linear de β-1,4 manose, com subunidades de α-1,6 galactopiranosídeos ligados, formando um polissacarídeo altamente ramificado, nos quais a estrutura é mostrada na Figura 2.3.

Conforme Nikaedo et al. (2004) produz soluções viscosas com comportamento pseudoplástico em baixas concentrações, isto é, a viscosidade decresce com o cisalhamento e é usada em aplicações nas quais são necessários espessamento, estabilização, controle reológico e de viscosidade, suspensão e formação de corpo, modificação de textura e consistência, além da retenção de água; além disso, a goma não é desfavoravelmente afetada pelos baixos valores de pH e é efetiva em produtos ácidos, e interage sinergisticamente com a goma xantana resultando em aumento na viscosidade da solução.

É bastante empregada em produtos lácteos, principalmente em queijos, evitando a dessora, sendo também compatível para a utilização em conjunto com outros espessantes (MARUYAMA et al., 2006).



**Figura 2.3** - Molécula da goma guar.

**Fonte:** Queiroz (2004)

Alguns estudos têm demonstrado as propriedades funcionais da goma guar parcialmente hidrolisada (GGPH) que apresenta, segundo os autores, efeito prebiótico no organismo. Flammang et al. (2006) avaliaram o efeito pós prandial de uma barra de cereal enriquecida com a fibra solúvel guar em pessoas portadores de diabetes do tipo 2 e verificaram redução nas taxas de glicose. Belo et al. (2008) estudaram o efeito terapêutico da fibra goma guar, parcialmente hidrolisada, na constipação intestinal funcional em pacientes hospitalizados e concluíram que a intervenção dietoterápica com fibras alimentares, ocasionou impacto significativo na remissão do quadro de constipação intestinal funcional, com aumento

considerável na média de evacuações semanais. Rideout et al. (2008) relatam sobre o efeito da goma guar na redução do colesterol no soro em indivíduos normais e hiperlipidemia.

Segundo Ohashi et al. (2012) a função benéfica para a saúde, da goma guar, garante sua classificação como alimento funcional. Porém sua utilização em vários alimentos é geralmente difícil devido à alta viscosidade. A goma guar parcialmente hidrolisada é obtida a partir da goma guar, por ação da  $\beta$ -endo-mannanase que reduz a viscosidade elevada da goma guar.

## 2.5 Iogurte

O consumo de alimentos fermentados, principalmente dos derivados do leite, tem sido estimulado por profissionais de saúde em função de seu perfil nutricional que apresenta proteínas de alto valor biológico e microrganismos capazes de promover diversos benefícios à saúde humana (SILVA e NASCIMENTO, 2007).

Segundo Ramos et al. (2009) a acidificação é um dos métodos mais antigos de preservação do leite e tem sido utilizada em várias partes do mundo por diferentes métodos, originando vários produtos; desde então, o consumo em diferentes formas tem persistido sendo o iogurte o mais conhecido e mais consumido.

A popularidade do iogurte está relacionada, cada vez mais, ao modo de vida da população, a qual inclui o iogurte em sua dieta por ser prático e de fácil consumo, além da imagem positiva de alimento saudável, natural, nutritivo e saboroso (BORGES et al., 2009; REIS et al., 2009).

Segundo Raud (2008) o consumo per capita de iogurtes no Brasil é de apenas 5 quilos por ano enquanto na Argentina é o dobro; na Espanha é de 25 quilos e, na França, de 35. Acredita-se que entre as explicações para essa crescente popularidade, está a busca pelos benefícios terapêuticos e saudáveis desse tipo de produto, dentre outros fatores (MEDEIROS et al., 2010).

O iogurte é definido como o produto adicionado, ou não, de substâncias alimentícias, obtido por coagulação e redução do pH do leite, ou leite reconstituído, adicionado, ou não, de outros produtos lácteos, por fermentação láctea mediante a ação proto-simbiótica de *Lactobacillus delbrückii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, aos quais podem ser

acompanhados, de foram complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade fermentativa, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

Segundo Mattar e Mazo (2010) as bactérias lácticas convertem parte da lactose em ácido láctico resultando em um produto final com menor teor de lactose, o qual proporciona uma alternativa alimentar para os indivíduos com intolerância a lactose.

Segundo Braga et al. (2012) é excelente fonte de aminoácidos e regulador das funções digestivas, sendo mais digestivo que o leite pois a acidez característica do produto estimula as enzimas digestivas facilitando a digestão gástrica.

A composição do iogurte depende da classe do leite empregado (leite integral, desnatado ou concentrado), da técnica de trabalho, do grau de evaporação, do tempo de incubação, da qualidade e da composição da flora microbiana. O iogurte poderá ser obtido do leite de qualquer espécie leiteira, integral ou modificado, sendo fonte de proteína, vitaminas, minerais e gordura de composição semelhante à do leite, ou seja, contém alto valor nutritivo (CIRIBELI e CASTRO, 2011). Segundo Misirlilar et al. (2012) as condições adequadas de processamento fornecem produtos microbiologicamente seguros com reconhecíveis características sensoriais e estruturais de uma forma eficiente e reprodutível.

Um aspecto chave da qualidade do iogurte, está associado às propriedades físicas do gel de iogurte, que devem possuir caráter textural suave na boca, durante o consumo, bem como a uma baixa tendência para a separação de soro durante o armazenamento (RIENER et al., 2010).

De acordo com Lee e Lucey (2010) os atributos físicos do iogurte, incluindo a não separação do soro e a viscosidade, são aspectos cruciais de qualidade e aceitação do consumidor. Uma compreensão dos mecanismos envolvidos na formação da textura em iogurtes e do impacto das condições de processamento sobre o desenvolvimento da textura pode ajudar a melhorar a qualidade do iogurte.

O iogurte é, geralmente, classificado em três tipos básicos, de acordo com seu estado físico: iogurte firme, batido e o líquido. Para obter o iogurte líquido e batido, o coágulo é mecanicamente quebrado antes do envasilhamento na embalagem de venda, o que induz a mudanças consideráveis nas propriedades reológicas, embora as propriedades físicas são também são afetadas pelas características do gel (SERRA et al., 2009) o que não acontece com

o iogurte firme, cuja fermentação ocorre na própria embalagem de comercialização, não havendo quebra da coalhada.

O iogurte é um produto altamente recomendado pelas características sensoriais, probióticas e nutricionais, por ser rico em proteínas, cálcio e fósforo e conter baixo teor de gorduras e fonte de minerais, como zinco e magnésio. Seu valor nutricional é superior ao do leite em conteúdo de vitaminas do complexo B, sendo mais facilmente aceito por indivíduos com intolerância à lactose; é recomendado especialmente, para gestantes, lactantes, pessoas idosas ou que necessitem de reposição de cálcio (ROCHA et al., 2008).

Segundo Fadela et al. (2009) o iogurte pode ser armazenado até quatro semanas; durante este período, o produto sofre alterações físicas, químicas, microbiológicas e reológicas, passíveis de afetar a sua qualidade sensorial como a cor, o aroma, o sabor, a textura (SOFU e EKINCI, 2007).

### **2.5.1 Alterações em iogurtes**

Dentre os parâmetros analisados por muitas pesquisas, o parâmetro de cor foi considerado propriedade crítica desde que foi utilizado para avaliar a qualidade de iogurte durante o armazenamento (CAIS-SOKOLINSKA e PIKUL, 2006).

O iogurte pode apresentar defeitos de aspecto, textura e aroma; as alterações mais comuns relacionadas ao aspecto, são: o soro separado, a superfície não lisa e a descontínua, camada de gordura à superfície, água de condensação na tampa e falta de homogeneidade, já nas alterações da textura se incluem separações em duas fases, falta de consistência ou consistência muito gelatinosa, gomosa, granulosa e viscosa. Podem ocorrer alterações do aroma, visto que o iogurte não possui aroma láctico, e excessivamente ácido, com sabor ácido anormal (GIESE et al., 2010). A origem destes defeitos pode estar relacionada tanto com a matéria-prima como com o processamento.

A textura do produto e propensão para a sinérese (separação do soro), são as principais características que definem a qualidade do iogurte (LEE e LUCEY, 2010). Dois fatores têm grande influência nas características de textura do iogurte: a adição de sólidos e o tratamento térmico. Geralmente, para aumentar a firmeza e a viscosidade, a prática utilizada na indústria é o aumento do teor de sólidos por adição de leite em pó integral ou desnatado, soro de leite em

pó ou concentrado proteico do soro de leite caseinado (LIMA et al., 2011). No entanto, podem ser adicionados espessantes e estabilizantes para este fim, deixando uma textura mais firme, reduzindo a sinérese e aumentando a aceitabilidade do iogurte (MATHIAS et al., 2011), como é o caso da goma xantana e guar, entre outras.

Françoise et al. (2009) afirmam que os rearranjos na rede produzidos por forças atrativas entre as moléculas de caseína ou micelas agrupadas, podem levar a formação de ligações intermoleculares adicionais e, conseqüentemente, a contração do gel com expulsão de líquido. O aumento do extrato seco do iogurte tende a diminuir a suscetibilidade à sinérese, além de influir nas características sensoriais dos produtos (LIMA et al., 2011).

Segundo Saint-Eve et al. (2008) a embalagem de armazenamento do iogurte é fator essencial para preservar, em particular a qualidade de suas características físico-químicas e sensoriais.

### **2.5.2 Bactérias lácteas**

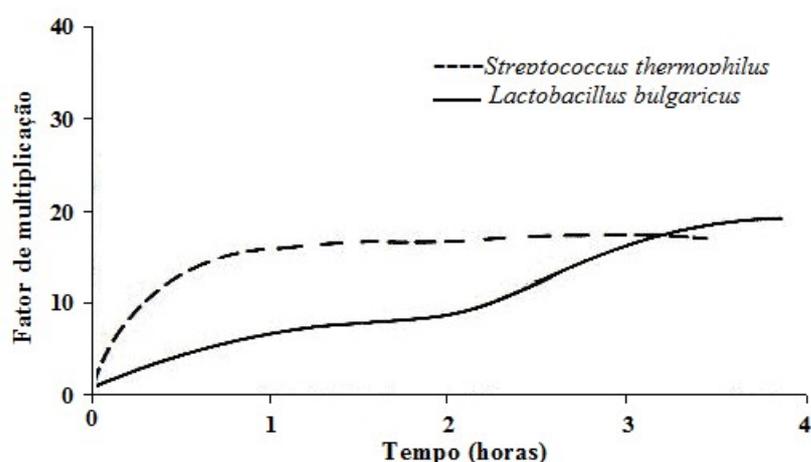
As culturas microbianas empregadas na fabricação do iogurte são compostas de bactérias lácticas; neste grupo estão inseridos vários gêneros e espécies. Embora estejam em gêneros filogeneticamente distintos, possuem características em comum: são imóveis, não formam esporos, são gram-positivos, catalase negativos, não possuem citocromos e são ácido tolerantes moderados; morfologicamente, são cocos ou bacilos; são classificadas como mesofílicas (20-30 °C) e termofílicas (35-45 °C), aeróbicas ou aerotolerantes. Homofermentativas produzindo, quase que exclusivamente, ácido láctico, ou heterofermentativas, produzindo ácido láctico, e outros compostos, como CO<sub>2</sub> e etanol (DUALDO et al., 2010).

De acordo com Faria et al. (2006), as bactérias ácido lácticas utilizadas atualmente para a produção de leites fermentados, como o iogurte, fermentam açúcares, produzindo ácido láctico como principal produto do metabolismo. Essas bactérias agem acidificando o produto, impedindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis e aumentando o período de conservação do produto fermentado em relação à matéria-prima não fermentada.

Segundo Shori e Baba (2012) as principais propriedades tecnológicas das bactérias lácteas na fermentação de leite para produção de iogurte são: a acidificação, a melhoria da

textura, o sabor, e o nível final de ácido láctico, que é o principal produto da atividade metabólica.

Os *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, utilizados para a produção de iogurte, exibem uma relação denominada protocooperação ou simbiose (Figura 2.4) durante o processo fermentativo. O *S. thermophilus* cresce rapidamente, utilizando os aminoácidos essenciais produzidos pelo *L. bulgaricus*. O *S. thermophilus*, por sua vez, produz ácido láctico e fórmico, reduzindo o pH do meio para um nível ótimo de crescimento do *L. bulgaricus*. O ácido láctico produzido e pequenas quantidades de ácido fórmico, estimulam o crescimento do *L. bulgaricus* (THAMER e PENNA, 2005).



**Figura 2.4** - Curva de desenvolvimento simbiótico da cultura láctica durante a fermentação do iogurte. **Fonte:** Adaptado de Robert (2008)

Alguns pesquisadores descrevem que a contagem viável de bactérias probióticas presentes no iogurte deve estar acima de  $10^7$  ou  $10^8$  UFC/mL, considerados níveis satisfatórios (LOURENS-HATTINGH e VILJEON, 2001); no entanto, estudos mostraram que a maioria dos alimentos probióticos tem baixa população de probióticos e que estes organismos não são capazes de sobreviver durante o período de armazenamento de iogurtes (SHAH, 2007). Muitos fatores podem afetar a viabilidade das bactérias probióticas no iogurte: pH, acidez, peróxido de hidrogênio, teor de oxigênio, concentração de ácido orgânico, a composição do leite e da temperatura de armazenamento, entre outros, durante o processamento e armazenamento de iogurte (KAILASAPATHY et al., 2008).

## **2.6 Alimentos prebióticos**

As substâncias prebióticas são componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente do hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou a atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon. Adicionalmente, o prebiótico pode inibir a multiplicação de patógenos garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro (SAAD, 2006).

Segundo Bielecka et al. (2002) não somente proporcionam aumento potencial do número de bactérias benéficas no intestino grosso de humanos, predominantemente os lactobacilos e as bifidobactérias mas também aumentam sua atividade metabólica através do fornecimento de substrato fermentável. Para Chermesh e Eliakim (2006) o consumo regular de prebióticos pode ser empregado na profilaxia e no tratamento de uma série de condições patológicas, a maior parte na esfera da gastroenterologia.

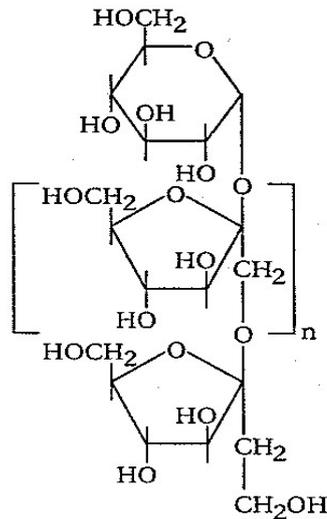
Sustentado pela necessidade do mercado, o desenvolvimento de alimentos funcionais está diretamente unido por três parâmetros: existe uma conscientização por parte dos consumidores sobre o papel positivo ligado a uma dieta com alimentos deste gênero; os órgãos reguladores, cientes a respeito dos benefícios trazidos à saúde pública; em relação ao governo, este está ciente do potencial econômico adquirido por esses produtos (BALDISSERA et al., 2011).

Estudos sugerem que a aceitação dos “alimentos funcionais” está relacionada à informação que os consumidores recebem acerca desses produtos e à percepção dos benefícios promovidos por esses alimentos à saúde (URALA e LÄHTEENMÄKI, 2004).

### **2.6.1 Inulina**

Dentre os principais prebióticos que têm recebido maior atenção se destaca a inulina (Figura 2.5). Segundo Toneli et al. (2008), a sua utilização na indústria de alimentos se deve, principalmente às propriedades que a tornam capaz de substituir o açúcar ou a gordura, com a vantagem de não resultar em incremento calórico; pode-se, deste modo, empregá-la como ingrediente em uma série de alimentos, tais como: chocolates, sorvetes e iogurtes, dentre outros. Sua utilização em produtos com baixa caloria e teor de gordura reduzido, já é bastante difundida em países da Europa, nos Estados Unidos e no Canadá. Outra característica

importante da inulina está associada às suas propriedades nutricionais, atuando no sistema digestivo de maneira similar às fibras dietéticas, contribuindo para o incremento dos benefícios das bifidobactérias e, conseqüentemente, para a melhoria das condições de todo o sistema gastrointestinal.



**Figura 2.5** - Estrutura química da inulina

**Fonte:** Roberfroid (1993)

A inulina tem numerosas características benéficas, como ingrediente funcional, oferecendo uma combinação única de propriedades nutricionais interessantes e benefícios tecnológicos importantes, podendo melhorar o sabor, a textura e a umidade em muitos alimentos (CHAITO et al., 2014).

De acordo com Santos et al. (2012a) é uma fibra solúvel, considerada um ingrediente prebiótico, comumente extraída da raiz da chicória; oferece uma gama de benefícios nutricionais e tecnológicos; pode trazer benefícios para o sistema digestivo, pois a ingestão de ingredientes prebióticos melhora o equilíbrio da nossa microflora intestinal, aumentando significativamente a quantidade de bifidobactérias benéficas e inibindo os patógenos. O resultado é que o sistema digestivo trabalha melhor, aumentando a absorção dos nutrientes.

A inulina, mesmo em altas concentrações, é solúvel em água não deixando na boca impressão desagradável (arenosa, granulosa). Apresenta boa dispersão nos líquidos, sendo pouco estável a pH inferior a 4 e a temperaturas maiores que 180 °C, substituindo matérias graxas sem grandes modificações no processo de fabricação (GOMES e VISSOTO, 2007).

Seu grau de polimerização (DP) representa o número de monossacarídeos que compõem a molécula e pode influenciar propriedades desses ingredientes, como digestibilidade, atividade prebiótica, poder adoçante, capacidade de absorção de água, etc (ROBERFROID, 2005; KELLY, 2008).

A indústria de laticínios está entre as que apresentam maior crescimento na disponibilização de produtos funcionais, em especial iogurte, bebidas à base de soro de leite, e outros leites fermentados em que esta funcionalidade é efetivada por meio da utilização de culturas probióticas e/ou adição de substâncias prebióticas (BRANDÃO, 2002).

Segundo Cruz et al. (2010b) a utilização de prebióticos pode resultar em alterações dos atributos de qualidade de produtos lácteos devido a interações entre o ingrediente funcional e os componentes da matriz alimentar.

Estão referenciados, na literatura, alguns trabalhos sobre o uso de inulina e suas funções em produtos lácteos, principalmente iogurtes mas não é encontrado nada no que se refere ao seu uso em preparados sólidos para iogurtes.

Santos et al. (2014) elaboraram iogurtes adicionados de inulina e verificaram sua aceitabilidade sensorial e composição físico-química do produto padrão e daquele com maior teor de inulina e aceitação semelhante á do produto padrão; os autores concluíram que a inulina pode ser considerada um potencial ingrediente com propriedades funcionais, para adição em iogurtes e similares.

Paseephol et al. (2008) estudaram a reologia e a textura de iogurte elaborado com adição de inulina e concluíram que todos os tipos de inulina estudados produziram um efeito de amolecimento do gel.

Guggisberg et al. (2009) estudaram a caracterização reológica, microestrutural e sensorial de iogurte de baixo teor de gordura e leite integral como adição de inulina e verificaram que a adição de inulina como ingrediente tecnológico e nutracêutico, levou a um aumento notável dos valores de consistência dos iogurtes.

Gomes e Penna (2010) avaliaram o efeito da inulina nas características de requeijão cremoso adicionado de proteína de soja e constataram os requeijões cremosos formulados com os diferentes teores isolado proteico de soja e inulina, apesar de apresentarem algumas características físico-químicas diferentes dos produtos comerciais, representam alternativa viável de alimentos saudáveis e potencialmente prebióticos.

Santos et al. (2012b) avaliaram a influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso e observaram que os doces de leite adicionados de inulina apresentaram maior viscosidade.

Pimentel et al. (2012) concluíram estudando o efeito de inulinas de diferentes graus de polimerização nas características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento de iogurtes, que o grau de polimerização de frutanos, tipo inulina, não afeta negativamente as características físico-químicas e microbiológicas dos iogurtes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de realização dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e nos Laboratórios de Análises Físico-Químicas, Microbiologia, Laticínios e de Processamento de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Pau dos Ferros e no Laboratório de Análises Físico-Químicas (LAFQ) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba, *Campus* Bananeiras.

#### **3.2 Matérias-primas**

Foram utilizados leite pasteurizado comercial e polpa de manga de frutos da variedade “Tommy Atkins” maduros, oriundos da Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (EMPASA) do município de Campina Grande, PB, entre os meses de janeiro e março de 2013.

##### **3.2.1 Caracterização físico-química do leite**

O leite foi submetido às análises físico-químicas em triplicata, quanto aos parâmetros:

###### **3.2.1.1 Extrato seco total (%)**

Foi determinado pelo método de secagem das amostras até peso constante, em estufa a 105 °C (IAL, 2008).

### **3.2.1.2 Cinzas (%)**

As cinzas foram determinadas após completa carbonização e incineração das amostras em mufla a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branco acinzentado, segundo metodologia descrita pelo IAL (2008).

### **3.2.1.3 Lipídeos (%)**

Foram determinados segundo método de Gerber (IAL, 2008) utilizando lactobutirômetro. O método se baseia na quebra da emulsão do leite pela adição de ácido sulfúrico e álcool isoamílico, na centrifugação e posterior determinação da gordura.

### **3.2.1.4 Proteínas (%)**

O teor de proteínas foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína foi utilizado o fator 6,38, recomendado para proteínas de leite e derivados, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2010).

### **3.2.1.5 Carboidratos totais (%)**

Foram obtidos por diferença:  $100 - (\% \text{ de água} + \% \text{ de lipídeos} + \% \text{ de proteínas} + \% \text{ de cinzas})$ .

### **3.2.1.6 Valor calórico (kcal/100 g)**

Foi calculado multiplicando-se os valores obtidos da composição centesimal pelos fatores de conversão adequados: proteínas e carboidratos por 4 kcal/g e lipídios por 9 kcal/g (BRASIL, 2005).

### **3.2.1.7 pH**

Foi determinado pelo método potenciométrico, através de medidor digital modelo TEC-2, do fabricante Tecnal, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.1.8 Acidez em ácido láctico (%)**

Foi empregada a técnica de titulometria baseada na neutralização da amostra com a solução padronizada de Hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, de acordo com a metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.1.9 Atividade de água**

As leituras dos valores de atividade de água foram realizadas na temperatura de 25 °C, através de higrômetro Aqua-Lab, modelo 4TE, fabricado pela Decagon.

### **3.2.1.10 Densidade (g/cm<sup>3</sup>)**

Foi determinada com densímetro (termolactodensímetro de Quevenne) segundo IAL (2008).

### **3.2.1.11 Sólidos não gordurosos (%)**

Foram determinados por meio da Equação 3.1, utilizando-se a porcentagem de gordura (BRASIL, 2011);

$$\text{SNG} = 8,652 - (0,084 \times G) \quad (3.1)$$

Onde: G - Gordura

### **3.2.1.12 Parâmetros de cor**

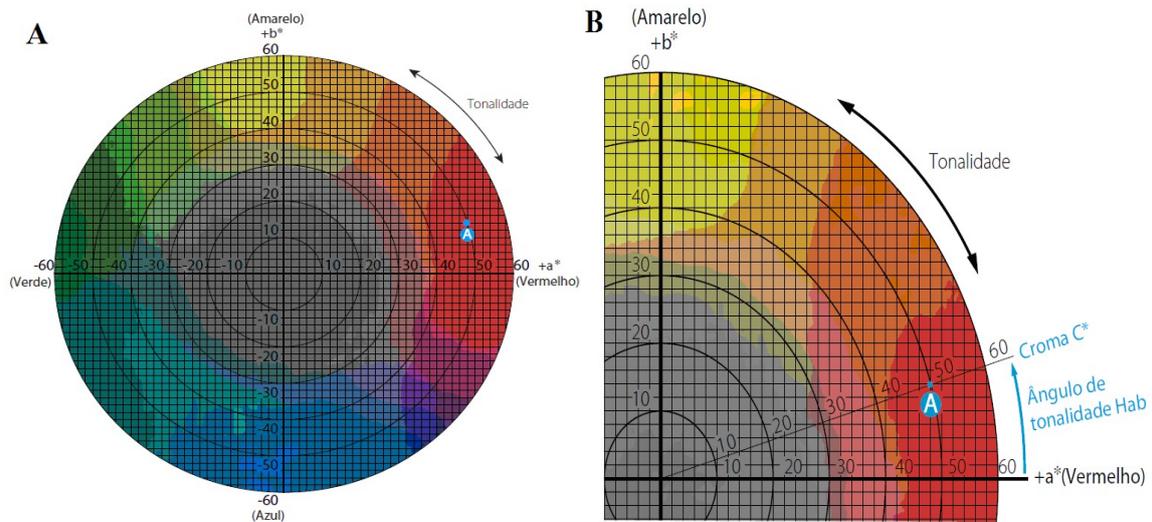
Os parâmetros de cor foram determinados utilizando-se espectrofotômetro portátil MiniScan HunterLab XE Plus modelo 4500 L, com iluminante D65/10° no sistema de leitura CIELab utilizando-se, como padrões de calibração, uma placa preta e outra branca, com obtenção dos seguintes parâmetros: luminosidade (L\*), em que L\* = 0 corresponde a preto e L\* = 100 a branco; cromaticidade a\* = transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*); cromaticidade b\* = transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*) (Figura 3.1).

Com os dados de a\* e b\* foram calculados, ainda, o croma (c\*) que corresponde à saturação ou intensidade da cor sendo 0 = cor impura e 60 = cor pura (Equação 3.2) e o ângulo

da tonalidade ( $h^*$ ) que corresponde a cor perceptível em que  $0^\circ =$  vermelho;  $90^\circ =$  amarelo;  $180^\circ =$  verde;  $270^\circ =$  azul e  $360^\circ =$  preto (Equação 3.3) de acordo com SENSING (1998).

$$c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3.2)$$

$$h^* = \tan^{-1} (a^* / b^*) \quad (3.3)$$



**Figura 3.1** - Diagrama (A) e parte (B) do diagrama de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ .

**Fonte:** SENSING (1998)

### 3.2.1.13 Determinação de minerais

A determinação dos minerais do leite foi realizada através de ensaios de fluorescência de raios X, utilizando-se a matéria inorgânica resultante da determinação de cinzas com auxílio do equipamento Shimadzu (EDX 720) através da determinação da composição química semi-quantitativa da distribuição do tamanho das partículas por difração a laser.

### 3.2.2 Avaliação microbiológica do leite

O leite pasteurizado utilizado para as formulações dos preparados sólidos foi submetido aos parâmetros microbiológicos, descritos a seguir:

### **3.2.2.1 Coliformes totais a 35 °C**

Utilizou-se como meio de cultura, o Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (CLBVB), incubado em tubos de ensaio a 35 °C por 24-48 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

### **3.2.2.2 Coliformes termotolerantes a 45 °C**

Foi utilizado, como meio de cultura, o caldo *E. coli* (EC) incubado em tubos de ensaio a 45 °C por 24-48 h em banho-maria, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

### **3.2.2.3 *Salmonella* sp.**

Foram utilizados os meios de cultura (Ágar Verde Brilhante – BG e Ágar *Salmonella-Shigella* – SS). Os meios foram inoculados através de estrias e incubados a 35-37 °C, durante 24 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

### **3.2.2.4 *Staphylococcus coagulase positiva***

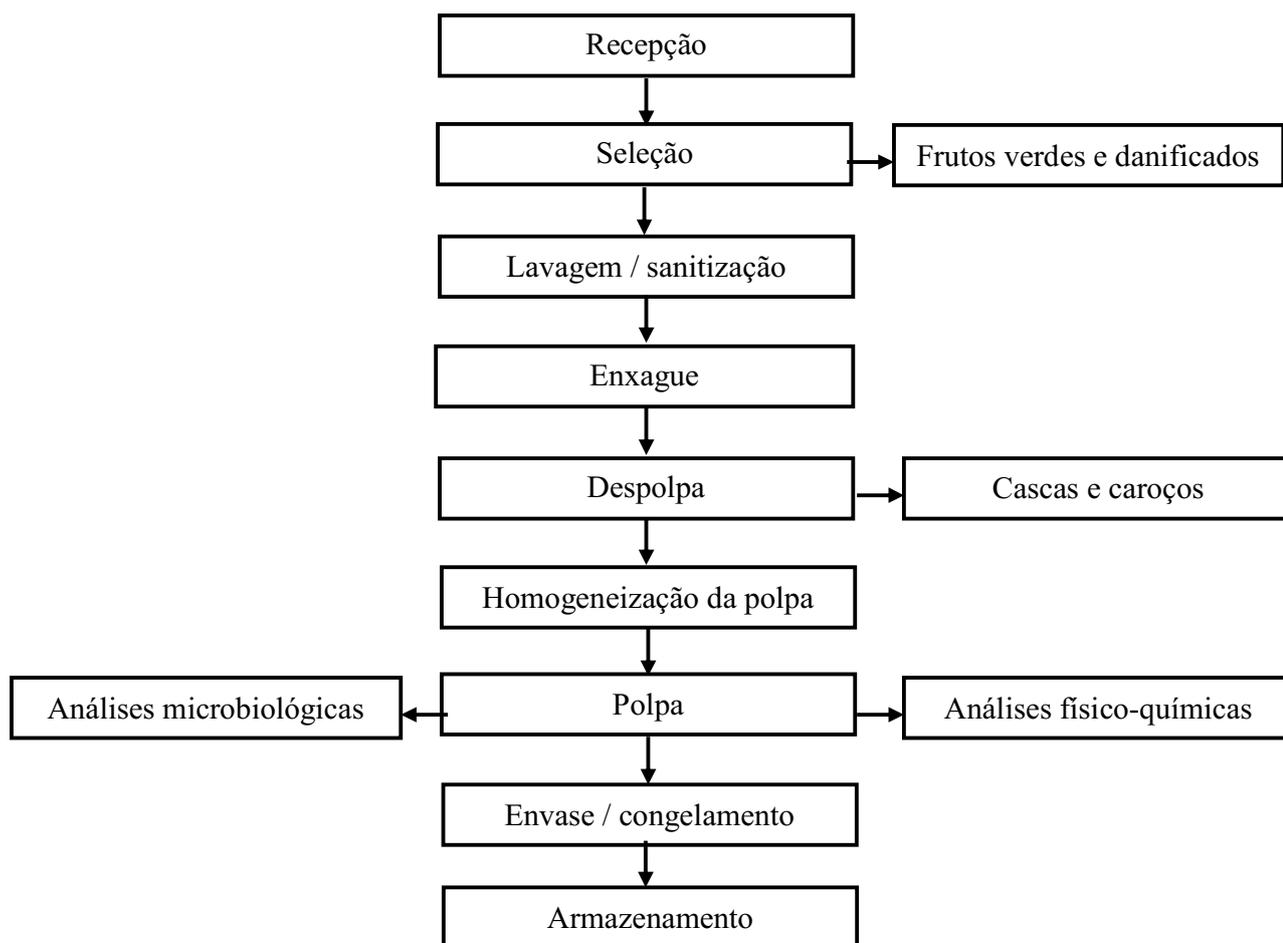
Utilizou-se o método de contagem *Spread-plate* em Ágar Baird Parker (BP). As placas foram incubadas em estufa a 35-37 °C, por 24-48 h (APHA, 2001).

## **3.2.3 Obtenção e caracterização físico-química da polpa de manga**

Verifica-se, na Figura 3.2, o fluxograma de processamento da polpa de manga; após a coleta os frutos maduros foram conduzidos ao LAPPA onde foram recepcionados, selecionados, lavados em água corrente para a retirada de sujidades provenientes do campo como areia e poeira e sanitizados com solução clorada na concentração de 100 ppm (mg/L) durante 15 min para eliminação de prováveis microrganismos presentes.

Os frutos foram descascados manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável para a retirada dos caroços e cascas e, em seguida, a polpa foi homogeneizada em despulpadeira horizontal de aço inoxidável modelo DF-200 com peneira de refino com malha de 2,5 mm.

A polpa obtida foi envasada em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 500 g e submetida a um congelamento rápido com imersão dos sacos em nitrogênio líquido (-196 °C) em botijões criogênicos com o intuito de preservar as características nutritivas e sensoriais da polpa; congeladas, as polpas foram armazenadas em freezer, em temperatura de  $-18 \pm 2$  °C, até a elaboração das formulações.



**Figura 3.2** - Fluxograma de processamento da polpa de manga

A polpa de manga foi submetida às análises físico-químicas, em triplicata, quanto aos parâmetros: proteínas, carboidratos totais, valor calórico, cinzas, pH, minerais, cor e atividade de água, conforme descrito para o leite (item 3.2.1). A polpa ainda foi submetida aos parâmetros físico-químicos, descritos a seguir:

### **3.2.3.1 Teor de água (%)**

O teor de água foi determinado pelo método de secagem das amostras até peso constante, a 70 °C, em estufa a vácuo, a 100 mm Hg, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.3.2 Acidez em ácido cítrico (%)**

Foi empregada a técnica de titulometria baseada na neutralização da amostra com a solução padronizada de NaOH 0,1 N, de acordo com a metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.3.3 Ácido ascórbico (mg/100 g)**

O teor de ácido ascórbico seguiu a metodologia da AOAC (1997), que se baseia na redução do 2,6-diclorofenol indofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, modificada por Benassi e Antunes (1998), as quais utilizam como solução extratora, o ácido oxálico.

### **3.2.3.4 Sólidos solúveis totais (°Brix)**

Os sólidos solúveis totais da polpa foram determinados utilizando-se de refratômetro manual modelo RT-32 (escala de 0 a 32 °Brix) de acordo com metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.3.5 Ratio**

Foi determinado pela divisão direta do valor de sólidos solúveis totais pela acidez total titulável (BRASIL, 1986).

### **3.2.3.6 Lipídeos (%)**

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando-se hexano como solvente para a extração da parte lipídica das amostras, conforme metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.3.7 Sólidos totais (%)**

Foram determinados pelo método de secagem das amostras até peso constante, a 70 °C, em estufa a vácuo a 100 mm Hg, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

### **3.2.3.8 Açúcares redutores em glicose (%)**

Os açúcares redutores foram determinados pelo método Lane e Eynon, que se baseia na redução de um volume conhecido do reagente de cobre alcalino (Fehling) a óxido cuproso, de acordo com a metodologia do IAL (2008).

### **3.2.3.9 Açúcares totais (%)**

Os açúcares redutores foram determinados pelo método Lane e Eynon, após hidrólise ácida da amostra, segundo IAL (2008).

### **3.2.3.10 Açúcares não redutores em sacarose (%)**

Foram determinados por cálculo  $[(\% \text{ de açúcares totais} - \% \text{ de açúcares redutores}) \times 0,95]$  segundo IAL (2008).

## **3.2.4 Caracterização microbiológica da polpa de manga**

Na polpa de manga foram determinados os parâmetros de coliformes totais a 35 °C e termotolerantes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp., conforme descrito para o leite (item 3.2.2) e pesquisa de bactérias mesófilas e bolores e leveduras conforme descritos a seguir.

### **3.2.4.1 Contagem de microrganismos mesófilos**

Foi utilizada a técnica *pour plate* (plaqueamento) com Ágar Padrão para Contagem (*Plate Count Agar* - PCA) em placas estéreis, em duplicata, as placas foram incubadas invertidas a 35 °C durante 48 h em estufa bacteriológica; a contagem das placas foi realizada com o auxílio do contador de colônias modelo CP 600 *Plus*, marca *Phoenix*® (APHA, 2001).

### 3.2.4.2 Bolores e leveduras

Foi utilizado como meio de cultura o Ágar Batata Glicose incubado em placas a 25 °C por 5-7 dias (TOURNAS et al., 2001).

## 3.3 Obtenção dos preparados sólidos

### 3.3.1 Elaboração das formulações

Para a elaboração das formulações foi utilizado o planejamento experimental fatorial 2<sup>2</sup> (Tabela 3.1) mais três experimentos no ponto central, resultando em 7 experimentos, sendo estudadas como variáveis independentes, as concentrações de polpa de manga (4, 8 e 12%) e açúcar (4, 8 e 12%).

**Tabela 3.1** - Matriz de planejamento para as formulações dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga, com suas respectivas variáveis independentes e seus níveis reais e codificados

Experimentos	Variáveis independentes	
	Polpa (%)	Açúcar (%)
F <sub>1</sub>	-1 (4,0)	-1 (4,0)
F <sub>2</sub>	+1 (12,0)	-1 (4,0)
F <sub>3</sub>	-1 (4,0)	+1 (12,0)
F <sub>4</sub>	+1 (12,0)	+1 (12,0)
F <sub>5</sub>	0 (8,0)	0 (8,0)
F <sub>6</sub>	0 (8,0)	0 (8,0)
F <sub>7</sub>	0 (8,0)	0 (8,0)

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>...F<sub>7</sub> – Formulações

Nas formulações, além de leite (F<sub>1</sub> – 88,79%; F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub> e F<sub>7</sub> – 80,79%; F<sub>4</sub> – 72,79%) polpa de manga e açúcar, foram utilizados 3% de inulina, 0,1% de goma guar, 0,1% de goma xantana e 0,01% de meio de cultura termofílica comercial liofilizada, composta dos microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Antes da formulação

dos preparados sólidos foi realizada a correção do pH da polpa de manga com bicarbonato de sódio de uso culinário até pH 6,4 (pH médio do leite).

### 3.3.2 Liofilização e obtenção dos preparados sólidos

Para liofilização das formulações foi utilizado um liofilizador de bancada da marca Christ, modelo ALPHA 1-2 LDplus, constituído de painel de comando digital, bomba a vácuo, câmara de condensação com válvula de dreno integrada, câmara de secagem em acrílico apresentando, na parte superior, manifold, com oito torneiras de silicone para o encaixe de balões de vidro e sistema de alívio de vácuo, além de câmara de secagem com suporte em aço inoxidável para três bandejas (Figura 3.3).



**Figura 3.3** - Liofilizador utilizado para secagem das formulações dos preparados sólidos para iogurte de manga

Fonte: Arquivo pessoal

As formulações foram congeladas em freezer doméstico a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h; para a secagem foram pesados 150 g da amostra congelada (formulações item 3.3.1) em balões de vidro de fundo redondo com capacidade para 500 mL cada um; posteriormente, as formulações foram liofilizadas na pressão de 0,12 mbar e temperatura de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 h.

Após a liofilização, os preparados sólidos para iogurte foram desintegrados em almofariz e pistilo e pesados com o intuito de se calcular, por diferença a massa de água removida durante a liofilização. A quantidade de água perdida foi contabilizada com o objetivo de saber a quantidade de água a ser utilizada na reidratação do preparado sólido.

### **3.3.2.1 Caracterização microbiológica dos preparados sólidos**

Nos preparados sólidos foram determinados os parâmetros microbiológicos de coliformes totais a 35 °C e termotolerantes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp., conforme descrito para o leite (item 3.2.2).

### **3.3.2.2 Caracterização físico-química dos preparados sólidos**

Os preparados sólidos foram submetidos às análises físico-químicas em triplicata quanto aos parâmetros: cinzas, proteínas, carboidratos totais, valor calórico, pH, acidez em ácido lático, atividade de água, parâmetros de cor e minerais, conforme descrito para o leite (item 3.2.1); lipídeos como descrito para a polpa (item 3.2.3.).

Nos preparados sólidos ainda foram determinadas as análises de teor de água, molhabilidade, solubilidade, higroscopicidade, densidade aparente, densidade compactada, densidade real, porosidade e fator de Hausner além do índice de compressibilidade.

#### **3.3.2.2.1 Teor de água (%)**

O teor de água foi determinado pelo método de secagem das amostras até peso constante, em estufa a  $105 \pm 2$  °C, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

#### **3.3.2.2.2 Molhabilidade**

Foi utilizado o método de molhabilidade estático proposto por Freudig et al. (1999), com algumas modificações. O método consiste em depositar, suavemente, 1 g de amostra sobre 100 mL de água destilada a  $25 \pm 2$  °C e determinar visualmente o tempo necessário para

que todas as partículas se molhem. A molhabilidade foi calculada de acordo com a Equação 3.4.

$$M = \frac{N}{t} \quad (3.4)$$

em que:

M - molhabilidade;

N - massa da amostra (g);

t - tempo (s).

### 3.3.2.2.3 Solubilidade

Foi determinada pelo método de Eastman e Moore (1984) e modificada por Canochauca et al. (2005). Foi utilizado 1 g da amostra em pó, que foi cuidadosamente adicionado a 100 mL de água, com alta velocidade de agitação, em um agitador magnético por 5 minutos. O pó disperso em água foi centrifugado a 2600 rpm durante 5 minutos. Uma alíquota de 25 mL do sobrenadante foi transferida para uma placa de Petri previamente pesada e submetida à secagem em estufa a 105 °C por 24 h; enfim, a solubilidade foi calculada de acordo com a Equação 3.5:

$$S = \left[ \left( \frac{M_s}{M_a} \right) \times 4 \right] \times 100 \quad (3.5)$$

em que:

S - solubilidade;

$M_s$  - massa dos sólidos dissolvidos no sobrenadante (g);

$M_a$  - Massa da amostra (g).

#### **3.3.2.2.4 Higroscopicidade**

Foi determinada de acordo com o método proposto por Cai e Corke (2000), com algumas modificações. As amostras em pó (cerca de 1 g) foram colocadas em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29%) a 25 °C por sete dias, com posterior pesagem dos pós. A higroscopicidade foi expressa como g de água adsorvida por 100 g de massa seca da amostra.

#### **3.3.2.2.5 Densidade aparente**

A densidade aparente foi determinada segundo método utilizado por Souza et al. (2010b) com algumas modificações. Foram pesados 4 g do preparado sólidos em proveta graduada de 50 mL, sem compactação para determinação do volume total ocupado pelo sólido. A densidade aparente foi calculada conforme a Equação 3.6:

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_t} \quad (3.6)$$

em que:

$\rho_a$  - densidade aparente;

$m_s$  - massa do sólido (g);

$V_t$  - Volume total (cm<sup>3</sup>).

#### **3.3.2.2.6 Densidade compactada**

4g da amostra foram pesados e transferidos para uma proveta graduada de 50 mL. A densidade compactada foi calculada a partir da massa de pó contida na proveta depois de ser compactada através de movimentos manuais de 100 vezes sobre a superfície de uma bancada de altura de 10 cm (GOULA e ADAMOPOULOS, 2004) conforme a Equação 3.7:

$$\rho_c = \frac{m_s}{V_{sc}} \quad (3.7)$$

em que:

$\rho_c$  - densidade compactada;

$m_s$  - massa do sólido (g);

$V_{sc}$  - Volume do sólido após compactação (cm<sup>3</sup>).

### 3.3.2.2.7 Densidade real

A densidade real das amostras foi calculada conforme Souza et al. (2010b), com algumas modificações. Foram pesados 4g da amostra, cuidadosamente, em uma proveta graduada de 50 mL, cujo seu volume completado com volume conhecido de tolueno. A densidade real foi determinada segundo a Equação 3.8.

$$\rho_r = \frac{m_s}{V_s} \quad (3.8)$$

em que:

$\rho_r$  - densidade real;

$m_s$  - massa do sólido (g);

$V_s$  - Volume do sólido (cm<sup>3</sup>).

### 3.3.2.2.8 Porosidade

Foi determinada pelo método de Krokida e Maroulis (1997) de acordo com a Equação 3.9.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r} \quad (3.9)$$

em que:

$\varepsilon$  - porosidade;

$\rho_a$  - densidade aparente ( $\text{cm}^3$ );

$\rho_r$  - densidade real ( $\text{cm}^3$ ).

### 3.3.2.2.9 Fator de Hausner

Foi determinado a partir das densidades aparente e de compactação segundo Yusof et al. (2012) conforme a Equação 3.10.

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_a} \quad (3.10)$$

em que:

FH - Fator de Hausner;

$\rho_c$  - densidade compactada ( $\text{cm}^3$ );

$\rho_a$  - densidade aparente ( $\text{cm}^3$ ).

### 3.3.2.2.10 Índice de compressibilidade

Foi determinado a partir das densidades aparente e de compactação, segundo Yusof et al. (2012) conforme a Equação 3.11.

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \quad (3.11)$$

em que:

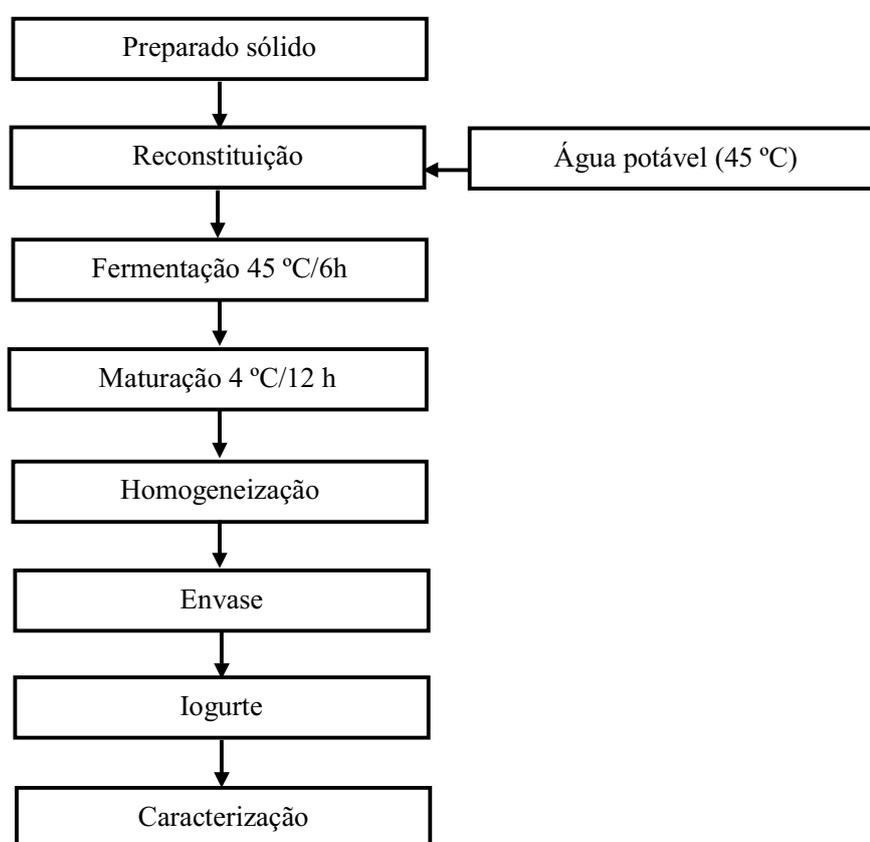
IC - Índice de compressibilidade;

$\rho_c$  - densidade compactada ( $\text{cm}^3$ );

$\rho_a$  - densidade aparente ( $\text{cm}^3$ ).

### 3.4 Reconstituição e incubação dos preparados sólidos para fermentação

O processo de reconstituição e fermentação dos preparados sólidos para obtenção dos iogurtes está representado na Figura 3.4. Os preparados sólidos foram reconstituídos em recipientes de aço inoxidável com água potável na temperatura de 45 °C, ideal para ativação e desenvolvimento da cultura termofílica (*S. termophilus* e *L. bulgaricus*). A massa de água utilizada na reconstituição foi baseada na porcentagem de água perdida durante a liofilização, conforme item 3.3.2.



**Figura 3.4** - Fluxograma de reconstituição e fermentação dos preparados sólidos para obtenção dos iogurtes

Para a fermentação, a mistura foi acondicionada em estufa de esterilização, calibrada a temperatura de 45 °C, onde permaneceu durante 6 h para o processo de fermentação.

Após a fermentação os iogurtes foram resfriados lentamente em câmara fria a temperatura de 4 °C por 12 h, para maturação da massa. Após a maturação, os iogurtes foram homogeneizados (batidos) com o intuito de quebrar a coalhada formada, seguido do envasilhamento em garrafas plásticas de polietileno (100 e 500 mL) e armazenamento sob refrigeração (9 °C) em geladeira doméstica para posterior caracterização.

### **3.4.1 Avaliação microbiológica dos iogurtes**

Nos iogurtes foram realizadas as análises microbiológicas de coliformes totais a 35 °C, coliformes termotolerantes a 45 °C, *Salmonella* sp., *Staphylococcus* coagulase positiva, conforme descritos para o leite (item 3.2.2) e bolores e leveduras como descrito para a polpa de manga (item 3.2.4). Nos iogurtes ainda foi determinado a contagem de bactérias lácteas totais.

#### **3.4.1.1 Contagem de bactérias lácteas totais**

Foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade ou "*pour plate*", em meio de cultura Ágar MRS (Man, Rogosa e Sharpe); as placas foram incubadas a 42 °C durante 48 h segundo metodologia descrita por APHA (2001).

### **3.4.2 Caracterização físico-química dos iogurtes**

Os iogurtes prebióticos de manga foram caracterizados em triplicata, quanto aos parâmetros de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos totais, valor calórico, pH, acidez em ácido láctico, extrato seco total, atividade de água, cor e minerais conforme descrito para o leite (item 3.2.1); teor de água, conforme descrito para a polpa de manga (item 3.2.3). Nos iogurtes ainda foram determinados os parâmetros de sinérese, extrato seco desengordurado e diferença total de cor, em triplicata, conforme segue:

#### **3.4.2.1 Sinérese (%)**

Foram utilizados 100 g de amostra a qual foi colocada em papel de filtro disposto sobre um funil e colocados sobre uma proveta graduada de 50 mL. O conjunto foi mantido sob

refrigeração (7 °C) durante 2 h para que ocorresse drenagem do soro, a quantidade de soro recolhida na proveta foi medido, e expresso, como índice de sinérese (FAROOQ e HAQUE, 1992).

### **3.4.2.2 Extrato seco desengordurado (%)**

Foi determinado através da subtração do valor de gordura da porcentagem de extrato seco total (IAL, 2008).

### **3.4.2.3 Diferença total de cor**

Além de determinar os parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $h^*$ ), ainda foi determinada a diferença total de cor, também denominado, alteração total de cor nos iogurtes. Os valores dos parâmetros de cor dos preparados sólidos (item 3.3.2.1) foram utilizados como referência (padrão). O cálculo da diferença total de cor foi obtido de acordo com a Equação 3.12:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.12)$$

em que:

$\Delta E^*$  - diferença total de cor;

$\Delta L^*$  - diferença entre  $L^*$  padrão (preparado sólido) e iogurte;

$\Delta a^*$  - diferença entre  $a^*$  padrão (preparado sólido) e iogurte;

$\Delta b^*$  - diferença entre  $b^*$  padrão (preparado sólido) e iogurte.

### **3.4.3 Avaliação sensorial dos iogurtes**

Os testes sensoriais foram realizados após a aprovação do projeto em Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), processo nº CAAE 32196614.0.0000.5182, parecer nº 831.382 de 18 de junho de 2014 (Apêndice A). Os testes foram conduzidos, após caracterização microbiológica dos iogurtes e seguiram as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), com equipe de 100 julgadores

homens e mulheres, entre 18 e 60 anos, não treinados com a aplicação de teste de aceitação (DUTCOSKY, 2011), usando escala hedônica estruturada mista de nove pontos: 1) Desgostei muitíssimo, 2) Desgostei muito, 3) Desgostei moderadamente, 4) Desgostei ligeiramente, 5) Nem gostei e/ou nem desgostei, 6) Gostei ligeiramente, 7) Gostei moderadamente, 8) Gostei muito, 9) Gostei muitíssimo, com avaliação dos atributos sensoriais: cor, aparência, aroma, consistência, sabor, gosto ácido, doçura e impressão global do produto elaborado (Apêndice B) e determinação do índice de aceitabilidade (Equação 3.13), segundo GULARTE (2009) para cada atributo avaliado.

$$\text{Índice de aceitabilidade (\%)} = \frac{M}{N} \times 100 \quad (3.13)$$

em que:

M - média do somatório dos resultados dos julgadores;

N - número de pontos utilizados na escala de avaliação.

No teste sensorial aplicado foi verificada, ainda, a intenção de compra do produto usando-se escala estruturada de cinco pontos: 1) Certamente não compraria o produto, 2) Provavelmente não compraria o produto, 3) Tenho dúvidas se compraria ou não o produto, 4) Provavelmente compraria o produto, 5) Certamente compraria o produto.

As amostras foram servidas em copos descartáveis (50 mL) codificados com três algarismos aleatórios, contendo aproximadamente 20 mL de iogurte ( $\pm 4$  °C), servido acompanhado de água potável para lavar o palato de uma amostra para outra, em sala climatizada ( $\pm 22$  °C).

### **3.5 Determinação das isotermas de adsorção de água**

Foram determinadas as isotermas de adsorção de água apenas na amostra de preparado sólido que obteve maior índice de aceitação na avaliação sensorial dos iogurtes. Os testes foram realizados pelo método estático-indireto, segundo Capriste e Rotstein (1982), nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Foi pesado aproximadamente 1 g de amostra em recipiente plástico a qual foi colocada em suporte, no interior de um recipiente hermeticamente fechado contendo água destilada

(ambiente saturado), que foi mantido em câmara com temperatura controlada (20, 30 e 40 °C). As amostras foram monitoradas através de pesagens em balança analítica (precisão 0,0001) e medição da atividade de água em AquaLab 3TE da Decagon Devices, até que não houvesse mais variação de massa entre as pesagens; posteriormente, foi determinado o teor de água de equilíbrio (Equação 3.14) em estufa a 70 °C.

$$X_{eq} = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s} \quad (3.14)$$

em que:

Xeq - umidade de equilíbrio em base seca (b.s.);

Meq - massa da amostra no equilíbrio (g);

ms - matéria seca da amostra (g).

### 3.5.1 Modelagem matemática

Os dados experimentais das isotermas de adsorção de água foram ajustados aos modelos matemáticos de GAB, Peleg, Oswin e Smith, descritos na Tabela 3.2, através de regressão não linear, pelo método Quasi Newton, utilizando-se o programa Statistica 5.0.

**Tabela 3.2** - Modelos matemáticos utilizados para estimar as isotermas de adsorção de água das amostras de preparados sólidos

Designação	Modelo	Equação
GAB	$X_{eq} = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w) \cdot (1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}$	3.15
Peleg	$X_{eq} = k_1 \cdot a_w^{n_1} + k_2 \cdot a_w^{n_2}$	3.16
Oswin	$X_{eq} = a \cdot \left( \frac{a_w}{1 - a_w} \right)^b$	3.17
Smith	$X_{eq} = a - b \ln(1 - a_w)$	3.18

$a_w$  - atividade de água, adimensional;  $X_{eq}$  - Teor de água de equilíbrio (bs);  $X_m$  - teor de água na monocamada molecular (bs); C - constante relacionada com o calor de sorção da camada molecular; a, b, K,  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $n_1$  e  $n_2$  - constantes do modelo.

Na determinação do grau de ajuste de cada modelo às isotermas de adsorção de água foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e erro médio relativo (P). O erro médio relativo (P) foi calculado de acordo com as Equações 3.19.

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{V - V_o}{V} \right| \quad (3.19)$$

em que:

P – erro médio relativo (%);

V - valor observado experimentalmente;

$V_o$  - valor estimado pelo modelo;

n – número de dados experimentais.

### 3.6 Caracterização reológica dos iogurtes

As medidas reológicas dos iogurtes foram realizadas apenas no iogurte que apresentou o maior índice de aceitação segundo avaliação sensorial. As medidas foram realizadas em triplicata, nas temperaturas de 5 e 10 °C, utilizando-se um viscosímetro Brookfield, modelo RVT, fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, em 12 velocidades de rotação (10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 150, 180 e 200 rpm). Essas rotações correspondem as seguintes taxas de deformação: 9,3; 18,6; 27,9; 37,2; 55,8; 74,4; 93; 112; 130; 139; 167 e 186  $s^{-1}$ . As medições foram realizadas utilizando-se o *spindle* 21; a quantidade de iogurte utilizada foi 7,1 mL. As leituras de torque foram realizadas após um tempo de 30 s de deformação, evitando-se erros induzidos por prováveis efeitos de tempo.

Os modelos reológicos de Ostwald-de-Waelle (Lei-da-potência), Casson e Herschel-Bulkley, foram utilizados para ajustes dos dados experimentais de tensão de cisalhamento e taxa de deformação (Tabela 3.3) utilizando-se o programa computacional Statistica versão 5.0.

Foram traçadas as curvas da viscosidade aparente do iogurte de manga em função das taxas de deformação (9,83 a 186  $s^{-1}$ ) utilizando-se os dados experimentais.

**Tabela 3.3** - Modelos reológicos a serem ajustados às medidas reológicas dos iogurtes

Designação	Modelo	Equação
Ostwald-de-Waelle	$\tau = K.(\dot{\gamma})^n$	3.20
Casson	$\tau^{0,5} = K_{oc} + K_c (\dot{\gamma})^{0,5}$	3.21
Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K_H (\dot{\gamma})^{n_H}$	3.22

Em que:  $\tau$  - tensão de cisalhamento (Pa);  $\tau_0$ ,  $K_{oc}$  - tensão de cisalhamento inicial (Pa);  $\dot{\gamma}$  - taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K$ ,  $K_H$ ,  $K_M$  - índice de consistência ( $Pa.s^n$ );  $K_c$  - viscosidade plástica de Casson ( $Pa.s$ );  $n$ ,  $n_H$ ,  $n_M$  - índice de comportamento do fluido (adimensional);  $K_{OM}$  - raiz quadrada da tensão inicial (Pa);  $n_H$  - índice de comportamento do fluido (adimensional).

Na determinação do grau de ajuste de cada modelo matemático as medidas reológicas foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do erro médio relativo (P) (Equação 3.23).

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_{exp} - x_{pred}}{x_{exp}} \right| \quad (3.23)$$

em que:

P – erro médio relativo;

n - número de observações;

$x_{exp}$  - valor observado experimentalmente;

$x_{pred}$  - valor estimado pelo modelo.

### **3.7 Análises cromatográficas do preparado sólido e iogurte melhor aceito**

#### **3.7.1 Determinação de açúcares**

O perfil de açúcares foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Zeppa et al. (2001). A extração nas amostras foi realizada pesando-se 2 g da amostra, em seguida foram adicionados 10 mL de água ultra pura; logo após foi realizada a homogeneização durante 3 min a 18.000 rpm; posteriormente, a amostra foi centrifugada a 4.000 rpm durante 10 min, filtrada através de papel de filtro e em seguida transferida para uma seringa contendo um filtro com poros de 0,45 µm de diâmetro.

Os açúcares presentes nas amostras foram determinados utilizando-se Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (VARIAN, Waters, Califórnia, USA), equipado com sistema isocrático de solvente, válvula "Rheodyne" com alça de 20 µl; acoplado a uma coluna Agilent Hi-Plex Ca (7,7 x 300mm, 8 µ), na temperatura de 85 °C, detector de índice de refração (VARIAN), e Software de processamento GALAXIE Chromatography Data System. A fase móvel utilizada foi água ultra pura, a um fluxo de 0,6 mL/min. O tempo de duração da corrida foi de 30 min.

A quantificação dos açúcares foi realizada mediante a injeção de uma curva padrão visando a obtenção da equação da reta.

#### **3.7.2 Determinação de ácidos graxos**

A metilação dos ácidos graxos presentes nos extratos lipídicos, obtidos a partir do método descrito por Folch et al. (1957), foi realizada seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e a quantificação dos ésteres de ácidos graxos foi realizadas por cromatografia gasosa (Varian 430 - GC, Califórnia, EUA), acoplado a um detector de ionização de chama (DIC), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB, VARIAN, Califórnia, EUA) com dimensões de 60 m x 0,25 mm e 0,25 µm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL / min).

As condições do CG, foram: Temperatura do injetor 250 °C; a temperatura inicial do forno de 40 °C por 2 min, aumentando-se 10 °C min<sup>-1</sup> até atingir 180 °C permanecendo por 30

minutos; em seguida, aumentou-se novamente  $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$  e se atingindo  $240\text{ }^{\circ}\text{C}$  e se fixou, por 34 min, com o tempo total de corrida de 86 minutos; a temperatura do detector foi de  $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Alíquotas de  $1,0\text{ }\mu\text{L}$  do extrato esterificado foram injetadas em injetor tipo Split/Splitless. Os cromatogramas foram registrados em *software* tipo *Galaxie Chromatography Data System*. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19 - Kit (*Fatty Acid Methyl Esters C4 - C24*).

### 3.7.3 Determinação de ácidos orgânicos

O perfil de ácidos orgânicos foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Zeppa et al. (2001). A extração nas amostras foi realizada pesando-se 2 g da amostra, e se adicionando, em seguida 10 mL de ácido sulfúrico a 0,009 M; logo após foi realizada homogeneização durante 3 min, a 18.000 rpm; posteriormente, a amostra foi centrifugada a 4.000 rpm durante 10 min, filtrada através de papel de filtro e em seguida transferida para uma seringa contendo um filtro com poros de  $0,45\text{ }\mu\text{m}$  de diâmetro.

Os ácidos orgânicos presentes nas amostras foram determinados através de Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (VARIAN, Waters 2690, Califórnia, USA), equipado com sistema binário de solventes, válvula "Rheodyne" com alça de  $20\text{ }\mu\text{L}$ ; acoplado com uma coluna Agilent Hi-Plex H ( $7,7\text{ x }300\text{ mm}$ ,  $8\text{ }\mu$ ), a uma temperatura de  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , detector por conjunto de diodos (VARIAN 330), em comprimentos de onda de 220 a 275 nm, sistema de bombeamento com configuração de gradiente em alta pressão (VARIAN 230) e Software de processamento GALAXIE Chromatography Data System. A fase móvel utilizada foi ácido sulfúrico a 0,009 M, a um fluxo de  $0,7\text{ mL/min}$ . O tempo de duração da corrida foi de 30 min.

A quantificação dos ácidos orgânicos foi realizada mediante a injeção de curva padrão para a obtenção da equação da reta.

### 3.8 Análise estatística

Para o planejamento experimental o efeito das variáveis independentes (concentração de polpa e açúcar) sobre as variáveis dependentes (características físico-químicas dos preparados sólidos e iogurtes e sensorial dos iogurtes) foi avaliado mediante análise estatística utilizando o programa computacional Statistica versão 5.0.

A análise estatística dos dados de minerais, cor e textura, foram realizados por meio do programa computacional Assistat versão 7,5 beta, utilizando um delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização das matérias-primas

#### 4.1.1 Caracterização microbiológica da polpa de manga

Verifica-se, na Tabela 4.1 que, os resultados das análises microbiológicas da polpa de manga se apresentaram dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

**Tabela 4.1** – Análises microbiológicas da polpa de manga *in natura*.

Parâmetros	Média	Legislação*
Bolores e leveduras (UFC/mL <sup>-1</sup> )	2 x 10 <sup>2</sup>	Máx. 5 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes totais a 35 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	< 3,0	-
Coliformes termotolerantes a 45 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	Ausente	Máx. 1
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL <sup>-1</sup> )	Ausente	Ausente
Microrganismos mesófilos (UFC/mL <sup>-1</sup> )	< 10 <sup>2</sup>	-
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/mL <sup>-1</sup> )	< 1	-

\*Instrução Normativa nº 1 de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000); UFC – Unidades Formadoras de Colônia; NMP – Número Mais Provável.

Apenas o parâmetro de bolores de leveduras apresentou contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), ficou abaixo do máximo permitido pela legislação (BRASIL, 2000). A presença de bolores e leveduras na polpa pode ter sido decorrente da própria matéria-prima visto que a manga, quando madura, é uma fruta rica em açúcares e, portanto propicia para o desenvolvimento desses microrganismos.

Benevides et al. (2008) ao estudarem a qualidade de manga Ubá, e Souza et al. (2011) ao estudarem polpas de manga congeladas comercializadas na cidade de Russas, CE também encontraram resultados satisfatórios aos padrões exigidos na legislação e maior contagem de bolores e leveduras mas dentro dos limites permitidos, já Batista et al. (2013) encontraram

resultados de bolores e leveduras ( $3 \times 10^4$  e  $1,7 \times 10^5$ ) fora dos padrões, estudando a qualidade de polpas de manga congeladas.

Os resultados satisfatórios das análises microbiológicas da polpa de manga comprovam o efetivo controle higiênico-sanitário e a aplicação das Boas Práticas de Higiene pelos manipuladores durante o processamento da polpa.

#### **4.1.2 Caracterização físico-química da polpa de manga**

Verificam-se na Tabela 4.2, os resultados da caracterização físico-química da polpa de manga utilizada no processamento dos preparados sólidos para iogurte.

A polpa apresentou 82,91% de teor de água, baixo valor de cinzas (0,23%) e proteínas (0,59%) além de quantidade considerável de lipídeos (2,31%), carboidratos (13,95%) e valor calórico (78,93 kcal/100g). Faraoni et al. (2009) encontraram valores inferiores de umidade (79,80%) e superiores de cinzas (0,74%) ao estudar as características físico-químicas de manga cultivar Ubá, produzida em sistema orgânico. Bezerra et al. (2011) encontraram valores semelhantes de umidade (83,62 e 83,93%) e cinzas (0,21 e 0,22%) estudando a composição da polpa de manga Rosa e Tommy Atkins. Marques et al. (2010) obtiveram valores inferiores aos da presente pesquisa, para lipídeos (0,61%), proteínas (0,44%) e calorias (73,25 kcal/100g), e superiores de carboidratos (16,50%) ao determinando a composição centesimal de polpas de manga Tommy Atkins.

Os valores de sólidos totais, acidez, sólidos solúveis totais e pH, se encontram dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), que determina valores de no mínimo 14% para sólidos totais, 0,32% de acidez em ácido cítrico, 11 °Brix para sólidos solúveis totais e pH entre 3,3 e 4,5.

Oliveira et al. (2014) encontraram valores superiores aos de acidez (0,38 a 0,73%) e inferiores para pH (3,32 a 4,06) e na faixa para sólidos solúveis totais (10,90 a 18,23 °Brix) ao estudar a composição de polpas de manga comercializadas na cidade de Mossoró, RN, já Faraoni et al. (2009) encontraram valores de sólidos totais (20,20%), indicando superioridade aos da presente pesquisa.

**Tabela 4.2** – Caracterização físico-químico da polpa de manga

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Média</b>	<b>Legislação*</b>
Teor de água (%)	82,91 ± 0,33	-
Cinzas (%)	0,23 ± 0,001	-
Lipídeos (%)	2,31 ± 0,57	-
Proteínas (%)	0,59 ± 0,09	-
Carboidratos totais (%)	13,95 ± 0,80	-
Valor calórico (kcal/100g)	78,93 ± 1,80	-
Sólidos totais (%)	17,09 ± 0,33	Mín. 14,00
pH	4,47 ± 0,01	3,30 - 4,50
Acidez em ácido cítrico (%)	0,34 ± 0,02	Mín. 0,32
Atividade de água ( $a_w$ )	0,984 ± 0,001	-
Ácido ascórbico (mg/100g)	5,38 ± 0,79	-
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,00 ± 0,00	Mín. 11,00
Relação SST/ATT	50,12 ± 2,22	-
Açúcares redutores em glicose (%)	2,04 ± 0,01	-
Açúcares não redutores em sacarose (%)	5,96 ± 0,55	-
Açúcares totais em glicose (%)	8,32 ± 0,58	Máx. 17,00
Luminosidade	60,48 ± 0,07	-
Intensidade de vermelho (+a*)	15,61 ± 0,05	-
Intensidade de amarelo (+b*)	68,40 ± 0,21	-
Ângulo de tonalidade	4,31 ± 0,03	-
Croma	70,15 ± 0,19	-
Potássio (mg/100g)	161,34 ± 1,15	-
Cálcio (mg/100g)	42,05 ± 1,94	-
Fósforo (mg/100g)	12,09 ± 0,84	-
Manganês (mg/100g)	1,21 ± 0,41	-
Zinco (mg/100g)	1,17 ± 0,18	-
Ferro (mg/100g)	1,26 ± 0,12	-
Cobre (mg/100g)	1,18 ± 0,07	-

\*Instrução Normativa nº 1 de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000); SST – Sólidos Solúveis Totais; ATT – Acidez Total Titulavel

Verifica-se que a polpa apresentou 8,32% de açúcares totais, e desta fração, a maior concentração foi constituída de açúcares não redutores (5,96%) que de açúcares redutores

(2,04%) o que é pouco observado na maioria das frutas, cuja concentração de açúcares redutores é maior. Os valores de açúcares totais encontrados estão dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira para polpa de manga, que é de, no máximo 17,00% (BRASIL, 2000).

Bomfim et al. (2009) também observaram, ao estudar o efeito da aplicação de cloreto de cálcio, no período pós-colheita, sobre as características físico-químicas de frutos de mangueira cv. Bourbon, durante seu armazenamento, que a porcentagens de açúcares não redutores (9,84 a 11,05%) na manga madura foi bem superior à dos valores de açúcares redutores (3,65 a 5,79%). Silva et al. (2012a) encontraram valores de açúcares redutores entre 2,70 a 5,89% e açúcares totais entre 3,63 a 10,15%, estudando a caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel-SP.

A relação SST/ATT (50,12) representou o equilíbrio entre a quantidade de açúcares e ácidos orgânicos da amostra, em que, quanto maior os valores de sólidos solúveis totais e menores os valores de acidez, maior será a sensação de doçura do produto. Entretanto, a quantidade de ácido ascórbico encontrada na polpa de manga foi baixa (5,38 mg/100g) em comparação com outras frutas, como acerola e caju, 124,12 e 176,20 mg/100g, respectivamente (CALDAS et al., 2010). Oliveira et al. (2014) encontraram valores de relação SST/ATT bem inferiores (12,14 a 45,30) aos da presente pesquisa e quantidades de ácido ascórbico com variação entre 2,48 e 32,94 mg/100g, estudando polpas de manga. Soares e José (2013) encontraram valores de 89,44 e 63,33 mg/100g de ácido ascórbico em polpa de manga das variedades Rosa e Espada, respectivamente.

Como previsto, a atividade de água (0,984) foi elevada visto que a polpa é um produto perecível, passível de desenvolvimento de microrganismos, com elevado teor de água, sendo necessário um rigoroso controle higiênico-sanitário durante sua obtenção, com posterior conservação sob temperatura adequada de congelamento. Faraoni et al. (2009) encontraram resultado médio similar de atividade de água (0,930) para polpa de manga.

Quanto aos parâmetros de cor, verifica-se que a polpa apresentou elevados índices de luminosidade (60,48), intensidade de amarelo (68,40) e valor de croma (70,15) baixo valor de ângulo de tonalidade (4,31) e presença da coloração vermelho (15,61). Maciel et al. (2009) encontraram valores inferiores de luminosidade (50,80) e intensidade de amarelo (27,20) e não verificaram a presença de intensidade de vermelho mas, sim de verde (-0,24) em polpa obtida de mangas maduras da variedade Espada.

No tocante à determinação de minerais, verifica-se que o potássio (161,34 mg/100g) foi o mineral que se fez presente em maior quantidade. A polpa de manga ainda apresentou quantidades consideráveis de cálcio (42,05 mg/100g) e fósforo (12,09 mg/100g), e baixas quantidades de manganês, zinco, ferro e cobre 1,21; 1,17; 1,26; 1,18 mg/100g, respectivamente. Marques et al. (2010) encontraram valores superiores de potássio (176,05 mg/100g) e fósforo (17,53 mg/100g) e inferiores de ferro (0,1 mg/100g), zinco (0,1 mg/100g), cálcio (8,00 mg/100g) e manganês (0,34 mg/100g) ao estudar o perfil mineral de polpa de manga Tommy.

#### 4.1.3 Caracterização microbiológica do leite pasteurizado

Verificam-se na Tabela 4.3, os resultados das análises microbiológicas realizadas no leite pasteurizado integral, utilizado na elaboração dos preparados sólidos para iogurte.

O leite não apresentou presença de nenhum microrganismo pesquisado atendendo, assim, a todos os requisitos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2011) para os padrões microbiológicos, que estabelecem a ausência de coliformes termotolerantes a 45 °C, *Salmonella* sp. e máximo de 4,00 NMP/mL para coliformes totais a 35 °C. Os resultados encontrados comprovam a eficiência do processo de pasteurização do leite durante o processamento, tal como o controle higiênico-sanitário dentro do fluxograma de obtenção do leite pasteurizado na indústria.

**Tabela 4.3** – Análises microbiológicas do leite pasteurizado utilizado na elaboração dos preparados sólidos para iogurte.

Parâmetros	Leite	Legislação*
Coliformes totais a 35 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	< 3,0	Máx. 4,0
Coliformes termotolerantes a 45 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	< 3,0	Ausente
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL <sup>-1</sup> )	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/mL <sup>-1</sup> )	< 1,0	-

\*Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). UFC – Unidades Formadoras de Colonia; NMP – Número Mais Provável.

Silva et al. (2010), analisaram no Rio Grande do Sul, amostras de leite pasteurizado e obtiveram ausência de coliformes termotolerantes em 66,67% e de coliformes totais em 50% das amostras pesquisadas. Araújo et al. (2012) ao encontraram ao estudar leites pasteurizados comercializados na cidade de Natal, RN, ausência de coliformes termotolerantes em 62,5% das amostras, no entanto, verificaram presença de coliformes totais em 100% das amostras analisadas indicando contaminação após o processamento ou tratamento térmico insuficiente. Salvador et al. (2012) também encontraram, estudando leites pasteurizados comercializados na cidade de Apucarana, PR, ausência de *Salmonella* e *Staphylococcus* coagulase positiva em 100 e 66,67% das amostras analisadas, respectivamente. Martins et al. (2012a) constataram ausência de *Salmonella* e *Staphylococcus* coagulase positiva em 100% das amostras estudando leites pasteurizados comercializadas na cidade de Morada Nova, CE.

#### **4.1.4 Caracterização físico-química do leite pasteurizado**

Observam-se na Tabela 4.4, os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados no leite pasteurizado integral utilizado na elaboração dos preparados sólidos para iogurte.

Verifica-se que o leite atendeu aos padrões de qualidade estabelecidos pela Instrução Normativa 62/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) que estabelece os padrões de qualidade para o leite pasteurizado integral e determina teor mínimo de 3,00% de gordura e 8,40% de sólidos gordurosos e variação de 0,14 a 0,18% de acidez em ácido láctico uma vez que, o leite utilizado no presente estudo apresentou teor de lipídeos de 3,03%, sólidos não gordurosos de 8,40% e acidez de 0,16%.

Silva et al. (2013) encontraram valores de gordura entre 2,10 a 3,90%, e valores de sólidos não gordurosos (7,47 a 7,93%) inferiores aos encontrados na presente pesquisa, ao estudar leites pasteurizados comercializados em Muriaé, MG. Freitas et al. (2013), encontraram valores de acidez entre 0,17 e 0,21% e sólidos não gordurosos entre 7,68 e 8,66%.

O leite apresentou teor de extrato seco total de 11,29%, cinzas de 0,71%, proteínas de 2,92%, carboidratos totais de 4,63% e valor calórico de 57,49 kcal/100g. Souza et al. (2013) obtiveram, ao estudar a composição de leites pasteurizados, valores próximos de extrato seco total (11,98%), cinzas (0,76%), lipídeos (3,73%), proteínas (3,06%) e calorias (63,49 kcal/100g), sendo apenas a porcentagem de carboidratos (4,42%) inferior aos valores

encontrados no presente estudo. Oliveira et al. (2012) encontraram valores de extrato seco total com variação entre 10,90 e 12,10% e gordura entre 1,70 e 3,50% ao estudar a composição físico-química de leites pasteurizados consumidos no Recôncavo Baiano.

**Tabela 4.4** – Caracterização físico-químico do leite pasteurizado integral

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Média</b>	<b>Legislação*</b>
Extrato seco total (%)	11,29 ± 0,01	-
Cinzas (%)	0,71 ± 0,01	-
Lípídeos (%)	3,03 ± 0,01	Mín. 3,00
Proteínas (%)	2,92 ± 0,24	-
Carboidratos totais (%)	4,63 ± 0,24	-
Valor calórico (kcal/100g)	57,49 ± 0,24	-
Lactose (%)	4,08 ± 0,06	-
pH	6,81 ± 0,02	-
Acidez em ácido láctico (%)	0,16 ± 0,01	0,14 – 0,18
Atividade de água (a <sub>w</sub> )	0,998 ± 0,001	-
Densidade a 15°C (g/L)	1,030 ± 0,00	-
Sólidos não gordurosos (%)	8,40 ± 0,01	Mín. 8,40
Luminosidade	82,58 ± 0,03	-
Cromaticidade a*	-2,54 ± 0,06	-
Cromaticidade b*	9,59 ± 0,04	-
Ângulo de tonalidade	104,82 ± 0,30	-
Croma	9,92 ± 0,05	-
Cálcio (mg/100g)	355,46 ± 1,20	-
Fósforo (mg/100g)	138,43 ± 1,08	-
Potássio (mg/100g)	135,93 ± 1,06	-
Zinco (mg/100g)	0,80 ± 0,07	-
Estrôncio (mg/100g)	0,13 ± 0,02	-

\*Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011)

Verificou-se, no leite, atividade de água (0,998) muito elevada, resultado previsível, visto que o leite é um produto com elevada porcentagem de água e rico em nutrientes, ou seja, excelente meio para o desenvolvimento de microrganismos.

O leite revelou valor de pH próximo à neutralidade (6,81), densidade de 1,030 g/L e teor de lactose de 4,08%. O valor de densidade se encontra dentro da faixa encontrada por Oliveira e Santos (2012) ao estudarem leites pasteurizados comercializados no mercado varejista de municípios localizados na região do Vale do Jaguaribe, CE, em que, encontraram valores de densidade entre 1,026 e 0,032 g/L. Freitas et al. (2013) encontraram valores de pH entre 6,50 e 7,20 e valores de densidade entre 1,029 e 1,035 g/L. Wei et al. (2013) encontraram valores de pH (6,82) ao caracterizarem o leite pasteurizado. Silva et al. (2010) encontram valores de lactose de 4,45% e Martins et al. (2012b) encontraram valores de lactose entre 3,78 e 5,77% ao estudar leites pasteurizados comercializados na cidade de Morada Nova, CE. Zoidou et al. (2014) encontraram, ao trabalhar com leite para elaboração de iogurtes valores médios inferiores de pH (6,45).

Quanto aos minerais, verificou-se que o cálcio (355,46 mg/100g) está presente em maior quantidade no leite, seguido do fósforo (138,43 mg/100g) e potássio (135,93 mg/100g). O leite ainda apresentou outros minerais em sua constituição, porém em menores proporções como o estrôncio (0,13 mg/100g) e zinco (0,80 mg/100g).

Grabowski et al. (2014) encontraram menos da metade do valor de cálcio (140 mg/100g) ao estudarem a composição físico-química de leite UHT, o que já era esperado visto que, a esterilização do leite promove maior perda de nutrientes no leite por utilizar temperaturas mais elevadas. Khan et al. (2014), encontraram valores inferiores de zinco (0,003 a 0,004 mg/100g) e estrôncio (0,0005 a 0,0006 mg/100g) estudando a composição de leites para a elaboração de iogurtes.

O leite apresentou elevado valor de luminosidade (82,58) e ângulo de tonalidade (104,82), cromaticidade  $a^*$  para intensidade de verde (-2,54) e intensidade de amarelo de 9,92. Os resultados eram esperados visto que o leite é branco opaco e apresenta, naturalmente, pequena tonalidade amarelado decorrente da gordura nele presente.

## 4.2 Caracterização dos preparados sólidos para iogurte

### 4.2.1 Caracterização microbiológica dos preparados sólidos para iogurte

Observam-se na Tabela 4,5, os resultados das análises microbiológicas realizadas nos preparados sólidos. Os preparados sólidos apresentaram ausência de todos os microrganismos pesquisados. A legislação brasileira (BRASIL, 1996), que determina os padrões de identidade e qualidade para o leite em pó, estabelece a contagem máxima de  $10^2$  NMP/mL para coliformes totais,  $10^1$  NMP/mL para coliformes termotolerantes,  $10^2$  UFC/mL *Staphylococcus* coagulase positiva e ausência de *Salmonella*.

Dois fatores foram determinantes para obtenção de um produto de excelente qualidade microbiológica, o primeiro foi a adoção às Boas Práticas de Fabricação durante o processamento e o segundo esta relacionado ao estado físico do produto, que é um pó, ou seja, apresenta baixa atividade de água.

Guerra et al. (2005) não encontraram presença de coliformes, *Staphylococcus* e *Salmonella* ao estudar leite em pó bubalino obtido através de secagem por nebulização em *spray dryer* e Krey e Souza (2009) também encontraram ausência de coliformes totais e termotolerantes estudando leite em pó integral.

**Tabela 4.5** – Análises microbiológicas dos preparados sólidos para iogurtes.

Amostras	Coliformes totais a 35 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	Coliformes fecais a 45 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL <sup>-1</sup> )	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/mL <sup>-1</sup> )
P <sub>1</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>2</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>3</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>4</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>5</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>6</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1
P <sub>7</sub>	< 3	< 3	Ausente	< 1

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...P<sub>7</sub> – Preparado sólido; UFC – Unidades Formadoras de Colonia; NMP – Número Mais Provável.

## 4.2.2 Caracterização físico-química dos preparados sólidos

### 4.2.2.1 Planejamento experimental

Observam-se na Tabela 4.6, os resultados das variáveis respostas, na Tabela 4.7 a análise de regressão e na Figura 4.1, o diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga, cujos resultados forneceram modelos de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%. A análise dos efeitos para cada resposta foi realizada separadamente sendo gerado seu modelo significativo ou não, apresentadas apenas as superfícies de resposta (Figura 4.2), em que o modelo gerado foi significativo e preditivo.

Os valores de teor de água (Tabela 4.6) dos preparados sólidos variaram entre 3,22% (P<sub>1</sub>) a 4,78% (P<sub>3</sub>) sendo que os menores e maiores valores de teor de água foram verificados nos experimentos elaborados com a menor e a maior concentração de açúcar, respectivamente. Este comportamento pode ter ocorrido pela formação de uma barreira cristalina com o aumento da concentração de açúcar dificultando a difusão da água durante o processo de secagem.

Segundo a Figura 4.1, os valores de teor de água dos preparados sólidos foram influenciados significativamente tanto pelo fator açúcar como pela interação polpa/açúcar, no entanto a variável polpa não apresentou efeito significativo sobre este parâmetro. O modelo empírico gerado não foi significativo ( $F_c/F_{tab} < 1$ ) revelando valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,8047 (Tabela 4.7).

Crowley et al. (2014a) verificaram, ao estudar as características físicas e as propriedades de concentrado proteico de leite em pó, valores entre 3,4 e 4,8% de teor de água, valores esses aproximados aos encontrados na presente pesquisa para os preparados sólidos. Scheidegger et al. (2013) também encontraram valores semelhantes de teor de água (2,4 a 3,4%) ao estudarem a composição físico-química de leites em pó integral obtidos por secagem em spray drying. Valores inferiores foram relatados por Fonseca et al. (2013) para o teor de

água (1,50 a 2,00%) estudando a composição físico-química de leite de cabra em pó armazenado por 180 dias a 25 °C.

**Tabela 4.6** - Resultados das variáveis respostas para a composição físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança

Amostras	Teor					Valor calórico (kcal/100g)	Acidez*		
	de água (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Carboidratos totais (%)		(%)	pH	Aw
P <sub>1</sub>	3,22	3,55	10,65	14,37	68,20	426,13	0,49	7,18	0,095
P <sub>2</sub>	3,38	3,44	8,13	9,17	75,86	413,34	0,48	7,21	0,101
P <sub>3</sub>	4,78	2,31	4,40	11,87	76,64	393,64	0,30	7,43	0,214
P <sub>4</sub>	4,44	2,12	4,12	8,35	80,97	394,33	0,29	7,44	0,227
P <sub>5</sub>	3,49	2,68	6,27	10,57	76,98	406,63	0,39	7,40	0,190
P <sub>6</sub>	3,44	2,70	6,13	10,68	77,03	405,98	0,39	7,40	0,189
P <sub>7</sub>	3,43	2,71	6,21	10,67	76,96	406,41	0,38	7,40	0,189

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...P<sub>7</sub> – Preparado sólido; \*Acidez total titulável em ácido láctico; Aw – Atividade de água.

No tocante à determinação de cinzas e lipídeos, observa-se que os maiores valores foram encontrados nos preparados sólidos elaborados com a menor concentração de açúcar e de polpa (P<sub>1</sub>) e menor concentração de açúcar e maior de polpa (P<sub>2</sub>), respectivamente. Essa performance pode ter ocorrido devido à maior concentração de leite presente na formulação P<sub>1</sub> que proporcionou, ao preparado sólido, maior concentração de gordura e minerais visto que o leite foi a matéria-prima utilizada que apresentou maior concentração de lipídeos e cinzas em sua composição.

Segundo a análise de regressão (Tabela 4.7) os parâmetros de cinzas e lipídeos forneceram modelos estatisticamente significativos ( $F_c/F_{tab} > 1$ ) e preditivos ( $F_c/F_{tab} > 4$ ) com valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,97 sendo que os fatores polpa e açúcar, influenciaram significativamente nos resultados de ambos os parâmetros e a interação polpa/açúcar apenas na determinação de lipídeos (Figura 4.1).

Os valores encontrados para cinzas são bem superiores aos encontrados por Meletharayil et al. (2015), que verificaram valores entre 0,67 a 1,18% de cinzas em concentrados de leite em pó, no entanto, Hammes et al. (2015), ao estudarem a influência da adição de lecitina de soja em leite em pó de búfala obtido por secagem por pulverização, encontraram valores superiores de cinzas (7,84%) e inferiores de lipídeos (4,34%). Scheidegger et al. (2013), ao avaliarem a qualidade de leite em pó integral encontraram valores superiores de lipídeos (23 a 35%).

Verifica-se que a maior porcentagem (14,37%) de proteínas foi verificada na amostra de preparado sólido elaborada com a menor concentração tanto de polpa como de açúcar (P<sub>1</sub>), porém a menor concentração (8,35%) foi verificado na elaborada com as maiores concentrações de polpa e açúcar (P<sub>4</sub>). Este resultado está relacionado à concentração de leite em cada formulação considerando-se que a formulação P<sub>1</sub> foi elaborada com a maior concentração de leite e a P<sub>4</sub> com a menor. Como o leite *in natura* possui quantidades consideráveis de proteínas, houve com a secagem das formulações, a concentração deste constituinte, em maior proporção nas amostras elaboradas com maior quantidade de leite.

Segundo análise estatística dos dados, todos os fatores, polpa, açúcar e interação polpa/açúcar, influenciaram significativamente nos resultados de proteínas apresentando modelo matemático estatisticamente significativo e preditivo com valor de R<sup>2</sup> de 0,9929.

Meletharayil et al. (2015) e Crowley et al. (2014b) encontraram valores inferiores de proteínas ao estudar concentrados de leite em pó, e encontraram valores de 7,5% e 3,5% de proteínas, respectivamente.

Quanto aos resultados de carboidratos e valor calórico, verificou-se que as amostras P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> elaboradas com a menor concentração de açúcar e menor e maior quantidade de polpa, respectivamente, apresentaram os menores valores de carboidratos e maiores valores calóricos, respectivamente; já as amostras P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub> elaboradas com a maior concentração de açúcar e menor e maior quantidade de polpa, respectivamente, apresentaram os maiores valores de carboidratos e menores valores calóricos, respectivamente, sendo os preparados sólidos P<sub>4</sub> e P<sub>1</sub> os que apresentaram os maiores valores de carboidratos (80,97%) e valor calórico (426,13 kcal/100g), respectivamente.

Observa-se, na Figura 4.1, que todos os fatores, polpa, açúcar e interação polpa/açúcar influenciaram significativamente nos resultados de carboidratos totais e valor calórico dos

preparados sólidos. Sendo, que os modelos matemáticos gerados para carboidratos e valor calórico foram significativos e apresentando valores de  $R^2$  de 0,9523 e 0,9991, respectivamente, no entanto, apenas o modelo revelado para os dados experimentais de valor calórico foi preditivo.

Braga (2014) encontrou ao estudar a caracterização físico-química do pó obtido a partir da pasta de leite e polpa de amora, encontrou valores inferiores para carboidratos (51,55%), em contra partida, os valores de valor calórico (468,86 kcal/100g) encontrados pelo referido autor foram superiores aos do presente estudo.

Os resultados de acidez e pH apresentaram valores inversamente proporcionais, em que os experimentos  $P_1$  e  $P_2$ , apresentaram os maiores valores de acidez e menores de pH, enquanto as amostras  $P_3$  e  $P_4$ , os menores valores de acidez e os maiores de pH, contudo as amostras  $P_5$ ,  $P_6$  e  $P_7$  valores intermediários tanto de acidez como de pH.

Verificou-se que a amostra de preparado sólido elaborada com a menor concentração tanto de polpa quanto de açúcar ( $P_1$ ), apresentou o maior valor de acidez (0,49%) e o menor pH (7,18), a menor porcentagem de acidez (0,29%) e maior pH (7,44), foram verificados na amostra elaborada com as maiores concentrações de polpa e açúcar ( $P_4$ ). Este comportamento foi influenciado também pela concentração de leite visto que a polpa utilizada em todas as formulações teve seu pH corrigido para 6,4 e quanto maior a concentração de leite nas formulações maiores foram também os valores de acidez e menores foram os de pH.

De acordo com a análise de regressão dos resultados de pH e acidez, apenas o modelo revelado para acidez foi significativo e preditivo com valores de  $R^2$  de 0,9976, já o pH ( $R^2= 0,8243$ ) não apresentou modelo estatisticamente significativo. Segundo, ainda, a análise estatística dos dados, apenas a variável independente açúcar, influenciou significativamente nos resultados de ambos os parâmetros.

Chauhan e Patil (2013), encontraram, ao estudar o efeito de diferentes materiais de embalagem em propriedades físico-químicas durante o armazenamento a 30 °C de leite em pó com manga obtido através de secagem por meio de spray drying, valores inferiores de pH (5,52 a 6,05).

Os preparados sólidos para iogurte apresentaram baixos valores de atividade de água, que variaram entre 0,095 na amostra  $P_1$  elaborada com a menor concentração tanto de polpa

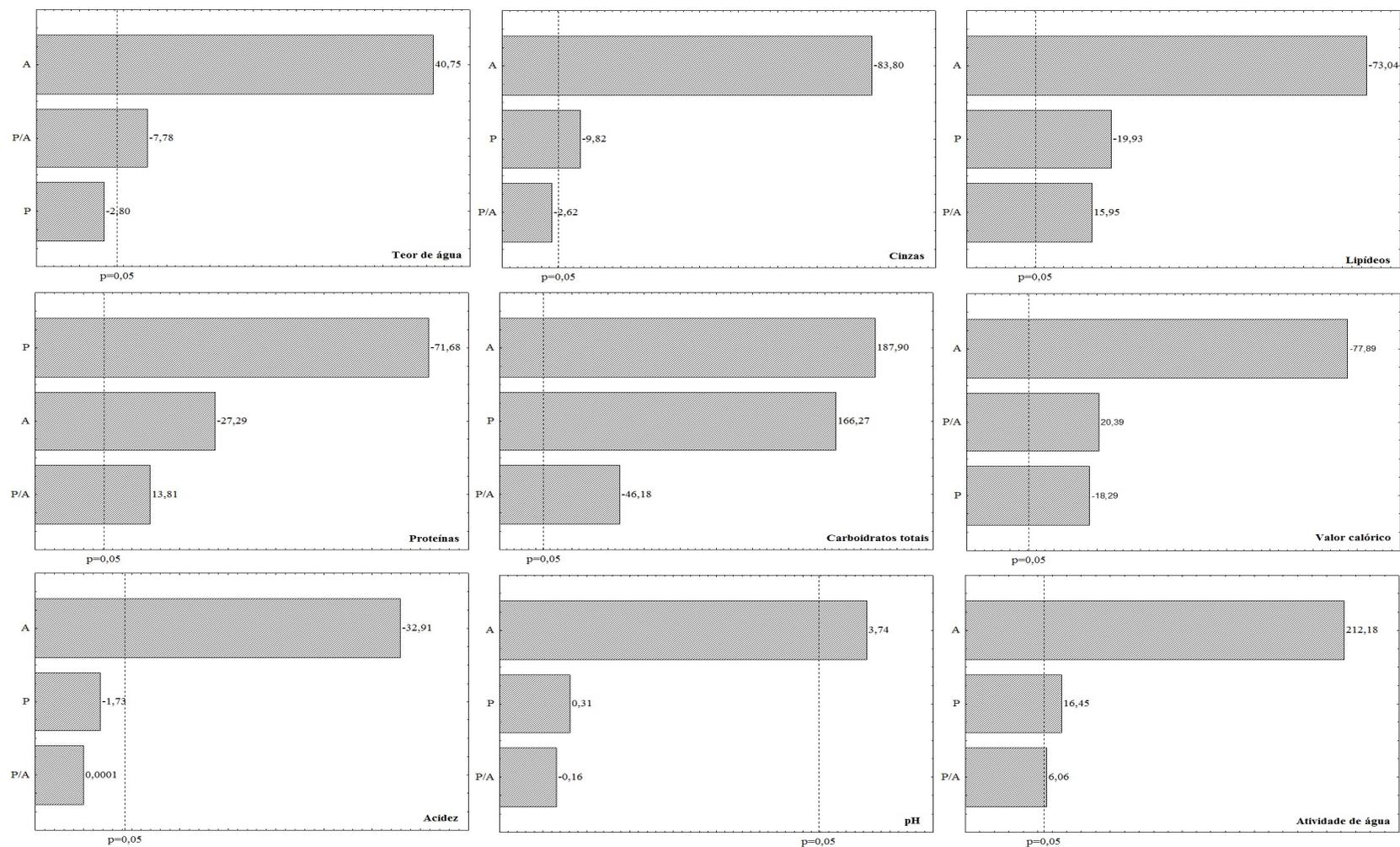
como de açúcar a 0,227 na amostra P<sub>4</sub>, formulada com as maiores concentrações de polpa e de açúcar.

Os resultados de atividade de água dos preparados sólidos podem ter sido influenciados pelo teor de água das amostras visto que os menores e os maiores valores de atividade de água foram encontrados nas amostras de preparados sólidos, que também apresentaram os menores e maiores valores de teor de água, respectivamente. E sabe-se que, quanto maior a quantidade de água presente no alimento, maior também é a possibilidade de ocorrer reações químicas, enzimáticas e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, que se desenvolvem melhor com o aumento da atividade de água que representa a quantidade de água disponível para o seu desenvolvimento.

Porém os baixos valores de atividade de água, apresentados pelos preparados sólidos para iogurtes, garantem ao produto, maior estabilidade e menor possibilidade de ataque microbiano e reações químicas e físicas de caráter enzimático.

Observa-se na Figura 4.1, que todos os fatores, polpa, açúcar e interação polpa/açúcar influenciaram significativamente nos resultados de atividade de água. Sendo, que o modelo revelado foi significativo, apresentando valor de R<sup>2</sup> de 0,9068 (Tabela 4.7).

Os valores de atividade de água encontrados nos preparados sólidos estão dentro da faixa encontrada por Cano-Higueta et al. (2015), que ao estudarem a influência de auxiliares de secagem em pós de manga obtidos por pulverização encontraram valores entre 0,059 a 0,907.



**Figura 4.1** - O diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga

**Tabela 4.7** - Análises de regressão e modelos empíricos para a composição centesimal e físico-química dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.

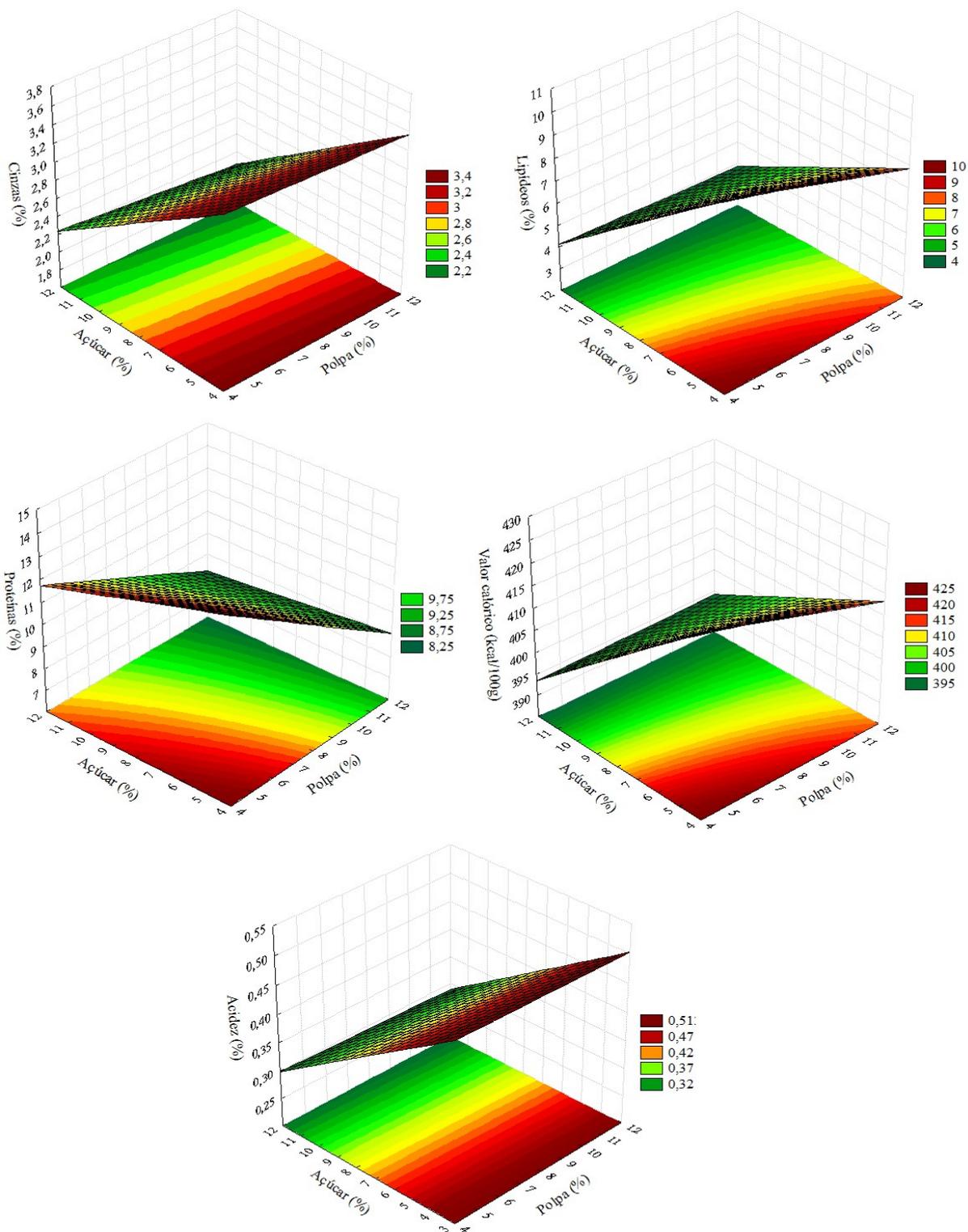
<b>Respostas</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>F<sub>c</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Equações</b>	
Teor de água	0,8047	4,12	0,44	$2,02 + 0,05125P + 0,22625A - 0,007813P/A$	(4.1)
Cinzas	0,9745	38,27	4,12	$4,137143 - 0,00875P - 0,15A - 0,00125P/A$	(4.2)
Lipídeos	0,9777	43,92	4,73	$15,32857 - 0,455P - 0,92125A + 0,035P/A$	(4.3)
Proteínas	0,9929	138,98	14,98	$18,51143 - 0,755P - 0,4175A + 0,02625P/A$	(4.4)
Carboidratos totais	0,9523	19,95	2,15	$59,99143 + 1,16562P + 1,26313A - 0,05203P/A$	(4.5)
Valor calórico	0,9991	1092,28	117,70	$451,9171 - 2,4413P - 4,9038A + 0,2106P/A$	(4.6)
Acidez	0,9976	422,33	45,51	$0,588571 - 0,00125P - 0,02375A + 0,0000P/A$	(4.7)
pH	0,8243	4,69	0,51	$7,0714 + 0,005P + 0,0325A - 0,000312P/A$	(4.8)
Aw	0,9068	9,73	1,05	$0,047143 + 0,000312P + 0,014438A + 0,000109P/A$	(4.9)

A<sub>w</sub> – Atividade de água; P – Polpa; A – Açúcar; P/A – Interação polpa/açúcar; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; F<sub>c</sub> – F calculado; F<sub>tab</sub> – F tabelado; F Tabelado<sub>3; 3; 0,05</sub> = 9,28

Verificam-se, na Figura 4.2, as superfícies de resposta para os parâmetros físico-químicos, que apresentaram modelos estatisticamente significativos e preditivos para os preparados sólidos para iogurte prebióticos de manga.

Observou-se que, com a redução da concentração de açúcar e da concentração de polpa de manga, maiores foram os valores encontrados de cinzas, lipídeos, proteínas e valor calórico nos preparados sólidos. Este comportamento pode ser decorrente da maior concentração de leite nas formulações, com a redução da concentração de polpa e de açúcar, considerando que, o leite foi a matéria-prima utilizada com maior concentração de proteínas e lipídeos, que conseqüentemente, proporcionou maior valor calórico as amostras, visto que, a quantidade de calorias de um alimento é dependente da quantidade de lipídeos, proteínas e carboidratos presentes no mesmo.

No tocante à acidez, verificou-se que com a redução da concentração de açúcar, também ocorreu aumento dos valores deste parâmetro, no entanto, a variação da concentração de polpa não apresentou efeito significativo, como pode ser comprovado na Figura 4.2.



**Figura 4.2** - Superfícies de resposta para a caracterização físico-química dos preparados sólidos em função das porcentagens de polpa e açúcar.

#### 4.2.2.2 Composição mineralógica dos preparados sólidos

Observa-se, na Tabela 4.8, o resultado da composição mineral dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga. Verificou-se que todos os minerais encontrados no preparados sólidos, apresentaram efeito significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ), segundo o Teste F.

Constatou-se diferença significativa entre as médias das amostras P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub> para todos os minerais encontrados, já para as amostras que constituem os pontos centrais (P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub> e P<sub>7</sub>), do planejamento experimental, não apresentaram diferença significativa entre si segundo o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.8** - Resultados da composição mineral dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga.

Amostras	Minerais (mg/100g)		
	Cálcio	Potássio	Fósforo
P <sub>1</sub>	644,97 <sup>a</sup>	185,29 <sup>e</sup>	206,67 <sup>a</sup>
P <sub>2</sub>	451,50 <sup>c</sup>	265,39 <sup>b</sup>	172,33 <sup>c</sup>
P <sub>3</sub>	510,49 <sup>b</sup>	249,43 <sup>c</sup>	198,66 <sup>b</sup>
P <sub>4</sub>	406,97 <sup>d</sup>	290,19 <sup>a</sup>	157,13 <sup>d</sup>
P <sub>5</sub>	326,38 <sup>e</sup>	217,89 <sup>d</sup>	118,36 <sup>ef</sup>
P <sub>6</sub>	332,12 <sup>e</sup>	220,19 <sup>d</sup>	122,85 <sup>ef</sup>
P <sub>7</sub>	332,63 <sup>e</sup>	219,92 <sup>d</sup>	125,43 <sup>e</sup>
MG	429,29	235,47	157,35
DMS	13,70	6,62	5,69
CV (%)	1,14	1,01	1,30
Fcal.	1728,88**	654,52**	971,96**

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...P<sub>7</sub> – Preparado sólido; MG – Média geral; DMS - Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação; Fcal – F Calculado; \*\* - significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que os maiores valores de cálcio (644,97 mg/100g) e fósforo (206,67 mg/100g) foram verificados na amostra P<sub>1</sub>, elaborada com as menores concentrações de polpa e açúcar, e conseqüentemente, constituída de maior concentração de leite, que influenciou nos resultados encontrados visto que o leite utilizado na elaboração dos preparados sólidos apresentou maiores concentrações de cálcio e fósforo em relação à polpa, já os menores valores desses minerais foram encontrados nas formulações dos pontos centrais (P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub> e P<sub>7</sub>) formuladas com as concentrações intermediárias de polpa e açúcar.

Os valores encontrados para cálcio são bem superiores aos encontrados por Meletharayil et al. (2015) e Crowley et al. (2014b) que verificaram valores de cálcio entre 230,00 e 262,00 mg/100g ao trabalharem com concentrados de leite em pó e valores entre 106,00 e 135,00 mg/100g em concentrado proteico de leite em pó, respectivamente.

No tocante a determinação de potássio, verifica-se que as amostras elaboradas com a maior concentração de polpa (P<sub>2</sub> e P<sub>4</sub>) revelaram as maiores concentrações 265,39 e 290,19 mg/100g, respectivamente. Já o menor valor, foi encontrado na amostra P<sub>1</sub> (185,29 mg/100g) elaborada com as menores concentrações de polpa e açúcar. Observou-se que a concentração de leite e principalmente de polpa de manga, influenciou significativamente nos resultados de potássio, com destaque para a polpa de manga, já que apresentou maior quantidade de potássio em relação ao leite.

#### **4.2.2.3 Avaliação colorimétrica dos preparados sólidos**

Tem-se, na Tabela 4.9, o resultado dos parâmetros de cor dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga. Observou-se que todos os parâmetros avaliados apresentaram efeito significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) segundo o Teste F.

Os preparados sólidos apresentaram elevada luminosidade, com valores entre 78,65 na amostra elaborada com a maior concentração de polpa e de açúcar (P<sub>4</sub>) e 83,57 no preparado sólido formulado com a menor concentração de polpa e maior de açúcar (P<sub>3</sub>).

Observou-se que a variação da concentração de polpa, influenciou significativamente nos resultados de luminosidade cujos resultados encontrados apresentaram comportamento inversamente proporcional à concentração de polpa utilizada, e as amostras elaboradas com a maior concentração de polpa apresentaram os menores valores enquanto as amostras elaboradas com a menor concentração de polpa revelaram os maiores.

**Tabela 4.9** - Resultados dos parâmetros de cor dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga.

Amostras	Parâmetros de cor				
	L*	+a*	+b*	h*	c*
P <sub>1</sub>	81,68 <sup>b</sup>	1,00 <sup>c</sup>	18,87 <sup>d</sup>	86,97 <sup>c</sup>	18,90 <sup>d</sup>
P <sub>2</sub>	79,09 <sup>c</sup>	2,15 <sup>a</sup>	32,63 <sup>a</sup>	86,22 <sup>c</sup>	32,70 <sup>a</sup>
P <sub>3</sub>	83,57 <sup>a</sup>	1,06 <sup>c</sup>	22,17 <sup>c</sup>	87,26 <sup>b</sup>	22,20 <sup>c</sup>
P <sub>4</sub>	78,65 <sup>f</sup>	1,64 <sup>b</sup>	32,92 <sup>a</sup>	87,15 <sup>b</sup>	32,96 <sup>a</sup>
P <sub>5</sub>	80,15 <sup>d</sup>	0,77 <sup>d</sup>	31,17 <sup>b</sup>	88,57 <sup>a</sup>	31,18 <sup>b</sup>
P <sub>6</sub>	80,11 <sup>d</sup>	0,74 <sup>d</sup>	31,12 <sup>b</sup>	88,64 <sup>a</sup>	31,13 <sup>b</sup>
P <sub>7</sub>	80,45 <sup>d</sup>	0,77 <sup>d</sup>	31,30 <sup>b</sup>	88,58 <sup>a</sup>	31,31 <sup>b</sup>
<b>Media geral</b>	80,53	1,16	28,60	87,63	28,62
<b>DMS</b>	0,17	0,11	1,27	0,22	1,27
<b>CV (%)</b>	0,07	3,36	1,60	0,09	1,60
<b>Fcal.</b>	2344,80 <sup>**</sup>	562,06 <sup>**</sup>	457,46 <sup>**</sup>	450,44 <sup>**</sup>	457,92 <sup>**</sup>

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...P<sub>7</sub> – Preparado sólido; MG – Média geral; DMS - Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação; Fcal – F Calculado; L\* - Luminosidade; +a\* - Intensidade de vermelho; +b\* - Intensidade de amarelo; h\* - ângulo de tonalidade; c\* - Cromo; \*\* - significativo em nível de 1% de probabilidade (p < 0.01). As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

A polpa de manga além de entrar no processamento como aromatizante, também apresenta o papel de destaque como corante, o que contribuiu para esse resultado, já que, quanto maior a intensidade de determinada cor, menores serão os valores de luminosidade do produto.

Observa-se que as amostras P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub> diferiram estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey, já as formulações elaboradas com valores intermediários de polpa e de açúcar (P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub> e P<sub>7</sub>), apresentaram valores estatisticamente semelhantes.

Os resultados encontrados para luminosidade estão dentro da faixa encontrada por Zhou et al. (2014), que ao estudando a estabilidade de proteína de soro de leite em pó durante

o armazenamento encontraram valores entre 67,40 a 94,00, porém, são inferiores aos reportados por Jervis et al. (2015) que mencionam valores de luminosidade entre 95,10 e 96,40 ao trabalharem em sua pesquisa com soro de leite em pó obtido por pulverização.

Mudanças no valor  $L^*$  em alimentos lácteos em pó podem ser causado por várias razões potenciais, entre elas a reação de Maillard devido à existência de proteína e pequena quantidade de lactose podendo gerar compostos que causam alterações de cor (RAO e LABUZA, 2012; RAO et al., 2012).

No tocante aos parâmetros de intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $+b^*$ ), conseguiu-se observar que quanto maior a concentração de polpa de manga adicionada nas formulações dos preparados sólidos, maiores também foram os valores de  $+a^*$  e  $+b^*$  revelados, no entanto, os valores de  $+b^*$ , foram bem superiores aos  $+a^*$ , que apresentaram valores bem baixos, o que era esperado visto que a polpa de manga apresentou valor de  $+b^*$  quatro vezes maior que  $+a^*$ .

A amostra  $P_2$ , elaborada com a maior concentração de polpa (12%) e menor concentração de açúcar (4%), foi a que apresentou o maior valor de  $+a^*$ (2,15) e a amostra  $P_4$ , formulada com a maior concentração de polpa (12%) e de açúcar (12%), apresentou o maior valor de  $+b^*$ (32,92) sendo que os menores valores de ambos ( $+a^*=1,00$ ;  $+b^*=18,87$ ) parâmetros, foram encontrados na amostra elaborada com a menor concentração das duas variáveis independentes.

Quando analisados estatisticamente, os resultados revelam que não houve diferença estatística entre as amostras elaboradas com valores intermediários (8%) tanto de polpa como de açúcar para  $+a^*$  e  $+b^*$  e entre as amostras elaboradas com a menor (4%) e maior (12%) concentração de polpa para  $+a^*$  e  $+b^*$ , respectivamente, já os preparados sólidos formulados com a maior (12%) e a menor (4%) concentração de polpa diferiram estatisticamente em nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Tukey, para  $+a^*$  e  $+b^*$ , respectivamente.

Jervis et al. (2015), ao trabalharem em sua pesquisa com soro de leite em pó, encontraram valores de  $a^*$  (-2,5 a -0,90) e  $b^*$  (7,4 a 10,9) bem inferiores aos revelados na presente pesquisa para o preparado sólido para iogurte, o que se previa, considerando que, o preparado sólido foi elaborado com leite e polpa de manga, que conferiram maiores valores de cromaticidade  $+a^*$  e  $+b^*$ . Chauhan e Patil (2013) ao estudarem o efeito de diferentes materiais de embalagem em propriedades físico-químicas durante armazenamento a 30°C de leite em pó

com manga, obtidos através de secagem por meio de spray drying, valores de  $+a^*$  entre 8,01 e 8,09 e de  $+b^*$  entre 41,86 e 42,23, valores esses superiores aos encontrados para os preparados sólidos, já Scheidegger et al. (2013), ao estudarem a composição físico-química de leites em pó integral, obtidos por secagem em spray drying, encontraram valores semelhantes de  $+b^*$  (17,10 a 18,00), quando comparado ao preparado sólido P<sub>1</sub>, no entanto, inferiores aos resultados encontrados para os demais preparados sólidos.

Os valores de ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) e croma ( $c^*$ ) dos preparados sólidos variaram de 86,22 (P<sub>2</sub>) a 88,64 (P<sub>6</sub>) e 18,90 (P<sub>1</sub>) a 32,96 (P<sub>4</sub>), respectivamente. Verificou-se que os maiores valores de  $h^*$ , foram revelados nas amostras elaboradas com valores intermediários de polpa e açúcar, e os menores, nas amostras P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, elaboradas com a menor concentração de açúcar, já os valores de  $c^*$ , aumentaram com o aumento da concentração de polpa de manga nas formulações sendo que a amostras P<sub>1</sub>, elaborada com a menor concentração de polpa e açúcar revelou o menor valor e a amostra P<sub>4</sub> formulada com a maior concentração tanto de polpa como de açúcar apresentou o maior resultado.

As amostras elaboradas com as mesmas concentrações de açúcar, não deferiram estatisticamente entre si para  $h^*$ , também não se verificou diferença estatística para as amostras elaboradas com valores intermediários de polpa e açúcar (P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub> e P<sub>7</sub>) e as elaboradas com a maior concentração de polpa (P<sub>2</sub> e P<sub>4</sub>) para  $c^*$ , que também revelaram diferença estatística apenas entre as amostras (P<sub>1</sub> e P<sub>3</sub>) formuladas com a menor concentração de polpa.

#### **4.2.2.4 Avaliação dos parâmetros físicos dos preparados sólidos**

Tem-se, na Tabela 4.10, a caracterização física dos preparados sólidos para iogurte prebiótico de manga. Verificou-se que todos os parâmetros analisados apresentaram efeito significativo a nível de 1% ( $p < 0,01$ ) de probabilidade, segundo o teste F, com exceção do parâmetro molhabilidade, que não foi significativo.

Os preparados sólidos apresentaram baixos valores de molhabilidade (0,0002 - 0,0004 g/s), no entanto, apresentaram elevados valores de solubilidade (77,29 - 88,11) e elevados de higroscopicidade (8,15 - 16,55%). Não foi verificada diferença estatística entre as amostras para molhabilidade, cujas amostras não deferiram entre si segundo, teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como os preparados sólidos foram elaborados com leite integral com, em

média 3,03% de gordura e quando as formulações foram liofilizadas, este teor de gordura concentrou e aumentou, variando entre 4,12 e 10,65% para os preparados sólidos, o que favoreceu a redução do índice de molhabilidade visto que quanto maior a quantidade de gordura em uma amostra em pó menor e seu tempo de molhabilidade, pois as gorduras são concomitantemente hidrofóbicas (fobia de água).

De acordo com Maia e Golgher (1983) existe uma correlação inversa entre a molhabilidade e o conteúdo de gordura livre. Estudos apontaram que durante a estocagem a gordura livre permeia a partícula e uma parte atinge a superfície, tornando-a repelente à água. O espaço intersticial apresentado por partículas grandes e de forma irregular favorece a molhabilidade, ao contrário, partículas pequenas e simétricas acarretam redução dos interstícios, prejudicando a penetração de água.

Com base nos resultados encontrados para higroscopicidade, recomenda-se a utilização de embalagens especiais tipo laminadas para o armazenamento do produto evitando, assim, a penetração da água no produto e proporcionando a formação de aglomerados, redução da fluidez e alteração da composição química. Segundo Catelam (2010) a higroscopicidade em alimentos desidratados é uma das propriedades mais importantes, tanto do ponto de vista industrial quanto comercial pois, além de estar associada à estabilidade química, física e microbiológica, também influencia consideravelmente o setor de embalagens.

No tocante à higroscopicidade verificou-se que a amostra elaborada com a menor concentração de polpa e maior de açúcar apresentou menor valor, já o maior valor foi verificado na amostra P<sub>5</sub> elaborada com valores intermediários tanto de polpa como de açúcar.

O maior valor de solubilidade foi verificado na amostra P<sub>7</sub>, que no entanto não deferiu estatisticamente das amostras P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, e P<sub>6</sub>, o menor valor de solubilidade, foi verificado na amostra P<sub>2</sub>, elaborada com a maior concentração de polpa e menor de açúcar.

Catelam (2010) ao estudar a caracterização física de polpa de maracujá em pó obtida por liofilização com maltodextrina e goma Arábica e leite desnatado, valores inferiores de higroscopicidade (1,92 a 2,18%) e superiores de molhabilidade (5,00 a 7,00 g/s), quando comparados aos da presente pesquisa. Hammes (2013) verificou a redução do tempo de molhabilidade com o aumento da adição de lecitina de soja em leite de búfala em pó e encontrou variação entre 1,00 e 5,00 min, o que também foi verificado por Fonseca et al. (2011), ao avaliarem a influência da lecitina de soja em leite de cabra em pó em que também

verificaram redução do tempo de molhabilidade (73,00 seg a 6,00 min.) com o aumento da concentração de lecitina. Valores inferiores foram relatados por Lamounier (2012), para solubilidade (64,22 e 79,73) e de higroscopicidade (3,14 e 6,06%), estudando a composição física de preparado sólido para sorvete prebiótico elaborado com inulina e leite em pó light, e polpa de mangaba.

Verificou-se que a amostra P<sub>3</sub>, elaborada com a menor concentração de polpa e maior de açúcar, apresentou os maiores valores de densidade real (0,677 g/cm<sup>3</sup>), aparente (0,404 g/cm<sup>3</sup>) e compactada (0,541 g/cm<sup>3</sup>); no entanto a amostra P<sub>3</sub> não deferiu estatisticamente das amostras P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, e P<sub>7</sub>, para densidade real e da amostra P<sub>4</sub> para densidade aparente; já para densidade compactada deferiu estatisticamente de todas as amostras analisadas. Estes valores são justificados considerando-se que as amostras eram compostas basicamente de polpa, leite e açúcar em pó e como o açúcar é mais denso que o leite e a polpa de manga em pó, a amostra P<sub>3</sub>, apresentaria, conseqüentemente, os maiores valores de densidade.

Os menores valores de densidade real (0,566 g/cm<sup>3</sup>) e aparente (0,350 g/cm<sup>3</sup>) foram reveladas na amostra P<sub>1</sub>, elaborada com as menores concentrações tanto de polpa como de açúcar, que diferiu estatisticamente das demais amostras tanto para densidade real como para a aparente; já o menor valor de densidade compactada (0,446 g/cm<sup>3</sup>), foi revelado nas amostras P<sub>2</sub> e P<sub>7</sub> que não deferiram estatisticamente das amostras P<sub>1</sub> e P<sub>6</sub>.

Observou-se que os maiores valores de fator de Hausner (1,34) e índice de compressibilidade (0,25), foram verificados na amostra P<sub>3</sub> elaborada com a menor concentração de polpa e maior de açúcar. Para porosidade foram revelados nos pontos centrais (P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, e P<sub>6</sub>), que apresentaram o mesmo valor (0,43) e não deferiram estaticamente entre si, já a amostra P<sub>1</sub>, apresentou o menor valor de porosidade (0,37), e a amostra P<sub>4</sub>, os menores valores, tanto de fator de Hausner (1,12) como de índice de compressibilidade (0,11). Verificou-se também que assim como a porosidade não houve diferença estatística entre os pontos centrais (P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, e P<sub>6</sub>), para os parâmetros de porosidade, fator de Hausner e índice de compressibilidade.

**Tabela 4.10** - Resultados da caracterização física dos preparados sólidos para iogurtes prebióticos de manga.

Amostras	Parâmetros físicos								
	Molhabilidade (g/s)	Solubilidade	Higroscopicidade (%)	Densidade real (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade compactada (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade	Fator de Hausner	Índice de compressibilidade
<b>P<sub>1</sub></b>	0,0003 <sup>a</sup>	83,47 <sup>b</sup>	14,35 <sup>cd</sup>	0,566 <sup>c</sup>	0,350 <sup>d</sup>	0,447 <sup>c</sup>	0,37 <sup>d</sup>	1,28 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>
<b>P<sub>2</sub></b>	0,0003 <sup>a</sup>	77,29 <sup>c</sup>	15,20 <sup>bc</sup>	0,588 <sup>b</sup>	0,365 <sup>c</sup>	0,446 <sup>c</sup>	0,38 <sup>cd</sup>	1,22 <sup>c</sup>	0,18 <sup>c</sup>
<b>P<sub>3</sub></b>	0,0004 <sup>a</sup>	86,17 <sup>a</sup>	8,15 <sup>e</sup>	0,665 <sup>a</sup>	0,404 <sup>a</sup>	0,541 <sup>a</sup>	0,39 <sup>cd</sup>	1,34 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
<b>P<sub>4</sub></b>	0,0004 <sup>a</sup>	87,23 <sup>a</sup>	13,53 <sup>d</sup>	0,675 <sup>a</sup>	0,403 <sup>a</sup>	0,453 <sup>b</sup>	0,40 <sup>bc</sup>	1,12 <sup>e</sup>	0,11 <sup>e</sup>
<b>P<sub>5</sub></b>	0,0003 <sup>a</sup>	87,07 <sup>a</sup>	16,55 <sup>a</sup>	0,677 <sup>a</sup>	0,385 <sup>b</sup>	0,452 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	1,17 <sup>d</sup>	0,15 <sup>d</sup>
<b>P<sub>6</sub></b>	0,0002 <sup>a</sup>	87,59 <sup>a</sup>	15,90 <sup>ab</sup>	0,665 <sup>a</sup>	0,382 <sup>b</sup>	0,447 <sup>c</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	1,17 <sup>d</sup>	0,15 <sup>d</sup>
<b>P<sub>7</sub></b>	0,0002 <sup>a</sup>	88,11 <sup>a</sup>	14,92 <sup>bc</sup>	0,670 <sup>a</sup>	0,381 <sup>b</sup>	0,446 <sup>c</sup>	0,43 <sup>a</sup>	1,17 <sup>d</sup>	0,14 <sup>d</sup>
<b>MG</b>	0,0003	85,28	14,09	0,642	0,381	0,462	0,40	1,21	0,17
<b>DMS</b>	2,79	2,13	1,27	0,02	0,01	0,002	0,03	0,03	0,02
<b>CV(%)</b>	0,03	0,90	3,23	1,02	0,99	0,21	2,24	0,97	5,05
<b>Fcal.</b>	1,45 <sup>ns</sup>	75,50 <sup>**</sup>	113,50 <sup>**</sup>	168,76 <sup>**</sup>	78,92 <sup>**</sup>	4019,39 <sup>**</sup>	22,95 <sup>**</sup>	121,65 <sup>**</sup>	98,25 <sup>**</sup>

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...P<sub>7</sub> – Preparado sólido; MG – Média geral; DMS - Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação; Fcal – F Calculado; \*\* - significativo em nível de 1% de probabilidade (p < 0.01); <sup>ns</sup> – Não significativo. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

## 4.3 Caracterização dos iogurtes

### 4.3.1 Caracterização microbiológica dos iogurtes

Verifica-se, na Tabela 4.11, que todas as amostras de iogurte apresentaram ausência de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella*, *Staphylococcus*, bolores e leveduras, encontrando-se, assim, dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2007) que determina, para iogurte, o máximo de  $1 \times 10^2$  NMP/mL para coliformes totais, 10 NMP/mL para coliformes termotolerantes, ausência de *Salmonella* e contagem máxima de  $2 \times 10^2$  para bolores e leveduras.

Carvalho et al. (2010) também encontraram ausência de coliformes totais e fecais, valores de bolores e leveduras ( $1,2 \times 10^1$  UFC/mL) dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2007) e baixa contagem de *Staphylococcus* ( $1 \times 10^1$  UFC/mL) ao estudarem o perfil microbiológico de iogurtes de uva adicionados de sais de cálcio e zinco. Medeiros et al. (2011) e Moreira et al. (2014) também encontraram ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes e *Salmonella*, respectivamente, ao estudarem iogurtes de maçã adoçado com mel e sacarose e iogurtes de jaca, respectivamente. Xanthopoulos et al. (2012) verificaram ausência de coliformes ao estudarem iogurte probiótico de leite caprino. Costa et al. (2013) também encontraram ausência de coliformes totais e coliformes fecais em bebida láctea fermentada elaboradas com diferentes proporções de estabilizantes/espessantes. Song e Aryana (2014) ao estudarem iogurtes reconstituídos a partir do iogurte em pó comercial e não comercial também verificaram ausência de coliformes e *Salmonella* nas amostras estudadas.

Quanto à determinação de bactérias lácteas, verificou-se que todas as amostras se encontram dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2007), que é de no mínimo  $1 \times 10^7$  UFC/mL, sendo que a amostra I<sub>1</sub> formulada com as menores concentrações de polpa e açúcar e que possuía conseqüentemente a maior concentração de leite, apresentou a maior contagem de bactérias lácteas ( $1,9 \times 10^8$  UFC/mL<sup>-1</sup>), já a menor contagem ( $1,3 \times 10^8$  UFC/mL<sup>-1</sup>) foi verificada na amostra I<sub>4</sub> formulada com as maiores concentrações de polpa e açúcar e que, conseqüentemente, possuía a menor concentração de leite.

Perez et al. (2007) verificaram so estudar iogurtes adicionados de biomassa de microalga (*Spirulina platensis*), contagem de bactérias lácteas entre  $8,8 \times 10^8$  e  $1,7 \times 10^9$  UFC/mL<sup>-1</sup>, já Capitani et al. (2014), observaram, estudando o armazenamento de iogurtes probióticos adicionados de fibras solúveis (polidextrose) verificaram contagens de bactérias entre  $1,5 \times 10^8$  e  $4,4 \times 10^9$  UFC/mL<sup>-1</sup> após o processamento e  $2,2 \times 10^8$  e  $4,4 \times 10^9$  UFC/mL<sup>-1</sup> ao 14º dia de armazenamento.

**Tabela 4.11** – Análises microbiológicas dos iogurtes.

Amostras	Parâmetros					
	Coliformes totais a 35 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	Coliformes fecais a 45 °C (NMP/mL <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL <sup>-1</sup> )	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/mL <sup>-1</sup> )	Bolores e leveduras (UFC/mL <sup>-1</sup> )	Bactérias lácteas (UFC/mL <sup>-1</sup> )
I <sub>1</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,9 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>2</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,7 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>3</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,8 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>4</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,3 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>5</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,5 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>6</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,5 x 10 <sup>8</sup>
I <sub>7</sub>	< 3,0	< 3,0	Ausente	< 1	Ausente	1,6 x 10 <sup>8</sup>
<b>Legislação*</b>	Máx. 1 x 10 <sup>2</sup>	Máx. 10	Ausente	-	Máx. 2 x 10 <sup>2</sup>	Mín. 1 x 10 <sup>7</sup>

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>... I<sub>7</sub> – Iogurtes; \*Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007); UFC – Unidades Formadoras de Colônia; NMP – Número Mais Provável.

## **4.3.2 Caracterização físico-química dos iogurtes**

### **4.3.2.1 Planejamento experimental**

Verificam-se, na Tabela 4.12 os resultados das variáveis respostas, na Tabela 4.13 a análise de regressão e nas Figuras 4.3 e 4.4 diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição centesimal e físico-química dos iogurtes prebióticos de manga, em que os resultados forneceram modelos de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%. A análise dos efeitos para cada resposta foi realizada separadamente, sendo gerado seu modelo significativo ou não, apresentando apenas as superfícies de resposta (Figuras 4.5 e 4.6) em que o modelo gerado foi significativo e preditivo.

Observou-se na Tabela 4.12, que os iogurtes obtidos dos preparados sólidos elaborados com a menor concentração de polpa de manga (I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub>) apresentaram os maiores valores de teor de água e os menores de extrato seco total, seguidos dos iogurtes formulados com valores intermediários. Este comportamento é decorrente da maior concentração de leite utilizada nas formulações em que foi utilizada menor concentração de polpa, visto que, o leite possui elevado teor de água e valores inferiores de extrato seco, quando comparado com a polpa de manga, como observa nas Tabelas 4.2 e 4.4 da caracterização da polpa de manga e leite, respectivamente. Como os preparados sólidos apresentaram maior perda de água durante a secagem, foi necessário mais água para sua reidratação antes da fermentação dos iogurtes, o que levou essas formulações a apresentar maiores teores de água.

**Tabela 4.12** - Resultados das variáveis respostas para a composição centesimal e físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.

<b>Amostras</b>	<b>Teor de água (%)</b>	<b>EST (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>CT (%)</b>	<b>Calorias (kcal/100g)</b>	<b>Acidez* (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Aw</b>	<b>ESD (%)</b>	<b>Sinérese (%)</b>
<b>I<sub>1</sub></b>	82,74	17,26	0,52	2,08	2,78	11,88	77,39	0,76	4,31	0,986	15,17	0,00
<b>I<sub>2</sub></b>	76,06	23,94	0,62	1,84	2,24	19,25	102,51	0,73	4,23	0,986	22,09	6,19
<b>I<sub>3</sub></b>	82,34	17,66	0,66	1,76	2,73	12,51	76,81	0,73	4,31	0,995	15,90	0,00
<b>I<sub>4</sub></b>	74,76	25,24	0,68	1,15	2,16	21,26	104,09	0,70	4,26	0,995	24,08	3,25
<b>I<sub>5</sub></b>	78,77	21,23	0,55	1,78	2,40	16,52	91,67	0,71	4,29	0,996	19,46	2,38
<b>I<sub>6</sub></b>	78,99	21,01	0,55	1,76	2,41	16,30	90,73	0,71	4,30	0,996	19,25	2,28
<b>I<sub>7</sub></b>	78,84	21,16	0,57	1,80	2,43	16,35	91,33	0,71	4,30	0,996	19,36	2,36
<b>Legislação*</b>				0,50 a 5,90	Min. 2,90			0,60 a 2,00				

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>... I<sub>7</sub> – Iogurtes; \* - Instrução normativa n.46 (BRASIL, 2007); EST – Extrato Seco Total; CT – Carboidratos totais; ESD – Extrato Seco Desengordurado; \* – Acidez titulável em ácido lático; Aw – Atividade de água

Segundo as Figuras 4.3 e 4.4, respectivamente, os valores de teor de água e extrato seco total dos iogurtes, foram influenciados significativamente não só pela concentração de polpa de manga, mas também pelo açúcar, no entanto com menor proporção. Os modelos gerados para esses parâmetros, foram significativos ( $F_c/F_{tab} > 1$ ) e preditivos ( $F_c/F_{tab} > 4$ ), com valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99 (Tabela 4.13).

Sakin-Yilmazer et al. (2014) ao estudarem a reconstituição de iogurtes em pó, obtiveram valores semelhantes de extrato seco (14,00 a 35%). Jorgensen et al. (2015) ao desenvolverem iogurtes desnatados elaborados com proteínas do soro não desnaturadas verificaram valores inferiores de extrato seco total (13,30 a 13,60%) e conseqüentemente superiores de teor de água (86,40 a 86,70%). Bezerra et al. (2015) ao analisarem a composição físico-química de frozen iogurtes probióticos, desenvolvidos com leite de cabra e polpa de jambolão em pó, relataram resultados inverso valores superiores de extrato seco (29,01 a 29,73%) e inferiores de teor de água (70,27 a 70,99%).

Quanto ao teor de cinzas, verificou-se que os iogurtes formulados com a maior concentração de açúcar (I<sub>3</sub> e I<sub>4</sub>) apresentaram os maiores valores. A polpa também apresentou influência significativa nos resultados de cinzas (Figura 4.3), no entanto com menor intensidade considerando-se que, o açúcar é composto praticamente de sacarose e possui menor teor de água contribuindo, desta forma, para o aumento da concentração do resíduo mineral fixo das amostras. Apesar dos resultados de cinzas terem sofrido influência significativa da polpa e açúcar, o modelo matemático gerado para o respectivo parâmetro não foi significativo, apresentando valor de  $R^2$  de 0,6803 e relação entre  $F_c/F_{tab}$  inferior a 1 (Tabela 4.13).

Os valores de cinzas encontrados para os iogurtes prebióticos de manga forem inferiores aos publicados por Ribeiro et al. (2014), Capitani et al. (2014) e Santos et al. (2014), que obtiveram valores para cinzas entre 0,85 a 0,89% ao estudarem o efeito dos *Lactobacillus acidophilus* nas características físico-químicas de iogurtes probióticos elaborados com leite UHT e com correção do extrato seco para 13% com leite em pó; 0,70 a 1,00% ao armazenarem iogurtes probióticos adicionados de fibras solúveis (polidextrose) e 0,70 a 0,71% ao avaliarem a composição físico-química de iogurtes elaborados com goma guar como coadjuvante de textura e inulina como agente prebiótico, respectivamente.

Verificou-se que, a maior concentração de lipídeos (2,08%) e proteínas (2,78%) foi encontrada no iogurte I<sub>1</sub>, em que, o preparado sólido foi elaborado com a menor concentração de polpa e açúcar, e conseqüentemente maior concentração de leite, o qual contribuiu para estes resultados, visto que, o leite possui maior concentração de lipídeos e proteínas em sua composição em relação à polpa de manga e açúcar. A polpa influenciou significativamente nos resultados tanto de lipídeos como de proteínas, no entanto, a variável açúcar influenciou apenas nos resultados de lipídeos dos iogurtes (Figura 4.3). Os resultados de lipídeos e proteínas, forneceram modelos significativos com valores de R<sup>2</sup> superiores a 0,97 e relação entre F<sub>c</sub>/F<sub>tab</sub> superior a 1 (Tabela 4.13).

Os iogurtes foram classificados como parcialmente desnatados segundo o teor de lipídeos (1,15 - 2,08%) encontrado já que a legislação brasileira (BRASIL, 2007) estabelece que é classificado como iogurte parcialmente desnatado o produto que apresentar teor de lipídeos entre 0,60 e 2,90%, já o teor de proteínas, revelado para os iogurtes de manga (2,16 a 2,78%) ficou um pouco abaixo do estabelecido pela legislação, que estabelece mínimo de proteínas de 2,90% para iogurtes, esta pequena diferença poderia ter sido evitada caso tivesse ocorrido a adição de leite em pó para aumentar o extrato seco nas formulações dos preparados sólidos, pratica permitida e geralmente utilizada na produção de iogurtes.

Os valores encontrados para lipídeos foram superiores aos citados por Jorgensen et al. (2015), ao estudarem a composição de iogurtes elaborados com proteínas do soro, onde os referidos pesquisadores, verificaram valores de lipídeos 0,28 a 0,43%. Esses resultados estão relacionados ao leite utilizado na elaboração dos iogurtes visto que os autores utilizaram leite desnatado, e na presente pesquisa, foi utilizado leite integral. Valores inferiores de lipídeos também são reportados por Khoury et al. (2014) ao trabalharem com iogurtes semi desnatados (0,03 a 0,38%), porém os mesmos autores encontraram valores de proteínas bem superiores (7,32 a 9,24%), já Crispín-Isidro et al. (2014), ao estudarem o efeito da inulina na elaboração de iogurtes com reduzido teor de gordura reportam valores semelhantes de lipídeos (1,30 a 2,60%) e proteínas (2,7 a 3,60%) e Lobato-Calleros et al. (2014), ao trabalharem com a adição de amidos modificados na produção de iogurtes com reduzido teor de gordura, revelaram valores na mesma faixa de lipídeos (1,20 a 2,4%), porém valores superiores para as proteínas (3,20 a 3,60%).

**Tabela 4.13** - Análises de regressão e modelos empíricos para a composição centesimal e físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.

<b>Respostas</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>F<sub>c</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Equações</b>	
Umidade	0,9991	1140,49	122,90	$86,00857 - 0,77875P + 0,00625A - 0,01406P/A$	(4.10)
EST	0,9991	1140,49	122,90	$13,99143 + 0,77875P - 0,00625A + 0,01406P/A$	(4.11)
Cinzas	0,6803	2,13	0,23	$0,352857 + 0,0175P + 0,0225A - 0,00125P/A$	(4.12)
Lipídeos	0,9795	47,89	5,16	$2,298571 - 0,006875P - 0,016875A - 0,005781P/A$	(4.13)
Proteínas	0,9765	41,52	4,47	$3,04 - 0,065625P - 0,004375A - 0,000469P/A$	(4.14)
Carboidratos totais	0,9989	916,89	98,80	$8,295714 + 0,835P - 0,0075A + 0,021563P/A$	(4.15)
Valor calórico	0,9966	296,60	31,96	$66,10714 + 3,005P - 0,2075A + 0,03375P/A$	(4.16)
Acidez	0,7241	2,63	0,28	$0,781429 - 0,00375P - 0,00375A + 0,0000P/A$	(4.17)
pH	0,8703	6,71	0,72	$4,365714 - 0,011875P - 0,001875A + 0,000469P/A$	(4.18)
Aw	0,7462	2,94	0,32	$0,982143 + 0,0000P + 0,001625A - 0,000031P/A$	(4.19)
ESD	0,9996	2296,47	247,46	$11,68 + 0,78625P + 0,0125A + 0,01969P/A$	(4.20)
Sinérese	0,9998	4231,85	456,02	$-3,83857 + 0,9575P + 0,18375A - 0,04594P/A$	(4.21)

EST – Extrato Seco Total; ESD – Extrato Seco Desengordurado; Aw – Atividade de água; P – Polpa; A – Açúcar; P/A – Interação polpa/açúcar; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; F<sub>c</sub> – F calculado; F<sub>tab</sub> – F tabelado; F Tabelado<sub>3; 3; 0,05</sub> = 9,28

Os valores de carboidratos e o valor calórico, apresentaram o mesmo comportamento, em que os maiores valores foram encontrados nos iogurtes obtidos dos preparados sólidos elaborados com a maior concentração de polpa de manga (I<sub>2</sub> e I<sub>4</sub>), seguindo dos iogurtes formulados com valores intermediários e as menores concentrações, respectivamente.

Este comportamento pode ter sido decorrente da maior concentração de sólidos totais presentes na polpa, como os açúcares naturais da própria fruta, que reduziram os valores de teor de água das amostras e aumentaram a concentração de carboidratos. Como o valor calórico de um produto é dependente da quantidade de lipídeos, proteínas e carboidratos presentes do mesmo e as amostras I<sub>2</sub> e I<sub>4</sub> apresentaram os maiores valores de carboidratos, conseqüentemente também apresentaram maiores quantidades de calorias.

Verificou-se que a concentração de polpa, açúcar e a interação polpa/açúcar, influenciaram significativamente nos resultados de carboidratos, no entanto, apenas a polpa apresentou efeito significativo para valor calórico, conforme se pode observar no diagrama de Pareto, na Figura 4.3. Os modelos matemáticos gerados para esses parâmetros foram significativos ( $F_c/F_{tab} > 1$ ) e preditivos ( $F_c/F_{tab} > 4$ ) com valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99 (Tabela 4.13).

Os valores revelados para carboidratos foram semelhantes aos encontrados por Santos et al. (2014) (14,07 a 14,29%), ao analisarem a composição físico-química de iogurtes adicionados de inulina como agente prebiótico, e Capitani et al. (2014) (16,60 a 22,70%), ao estudarem iogurtes probióticos adicionados de fibras solúveis (polidextrose), porém são superiores aos resultados publicados por Ribeiro et al. (2014) que ao estudarem as características físico-químicas de iogurtes probióticos, encontraram valores entre 3,99 e 5,23% para carboidratos e valores inferiores para valor calórico (61,10 a 63,33 kcal/100g). Já Santos et al. (2014), encontraram valores na mesma faixa para caloria, entre 97,78 e 105,05 kcal/100g e Khoury et al. (2014), resultados superiores (141,00 a 167,00 kcal/100g), também ao trabalharem com iogurtes.

Quanto aos valores de acidez, pH e atividade de água, verifica-se que os valores de acidez variaram de 0,70% na amostra I<sub>4</sub> composta das maiores concentrações de polpa e açúcar e menor de leite a 0,76%, na amostra I<sub>1</sub>, composta das menores concentrações de polpa e açúcar e maior de leite, destacando-se desta forma, a influência do leite nos valores de acidez. O menor valor de pH (4,23) foi revelado na amostra I<sub>2</sub> formulada com a maior

concentração de polpa e menor de açúcar, este resultado pode ter sido influenciado pela acidez da polpa, que pode ter proporcionado a redução do pH da amostra, já a menor atividade de água (0,996) foi encontrada nas amostras I<sub>1</sub> e I<sub>2</sub>, ambas constituídas da maior concentração de açúcar, o que era esperado visto que a sacarose reduz a quantidade de água disponível no alimento para o desenvolvimento de microrganismos.

Verificou-se, na Figura 4.4, que apenas os resultados de pH apresentaram influência significativa pela concentração de polpa, os demais parâmetros (acidez e a<sub>w</sub>) não sofreram influência de nenhuma das variáveis independentes (polpa e açúcar). Os modelos matemáticos gerados para os respectivos parâmetros não foram significativos, apresentando valor de R<sup>2</sup> entre 0,72 (acidez) e 0,87 (pH) e relação entre F<sub>c</sub>/F<sub>tab</sub> inferior a 1 (Tabela 4.13).

Os valores encontrados para pH são inferiores aos estudados por Hassan et al. (2015) que ao trabalharem com iogurtes elaborados com mucilagem de sementes agrião e goma guar, verificaram valores de pH superiores com variação entre 4,68 e 4,76. O mesmo foi verificado na pesquisa de Zoidou et al. (2014) que ao elaborarem iogurtes elaborados com Oleuropeína, observaram valores médios de pH de 4,45. Bezerra et al. (2015) ao estudarem a composição físico-química de frozen iogurte probióticos (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*), elaborados com leite caprino e polpa de jambolão em pó, revelaram valores de pH (4,02 a 4,30) bem semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

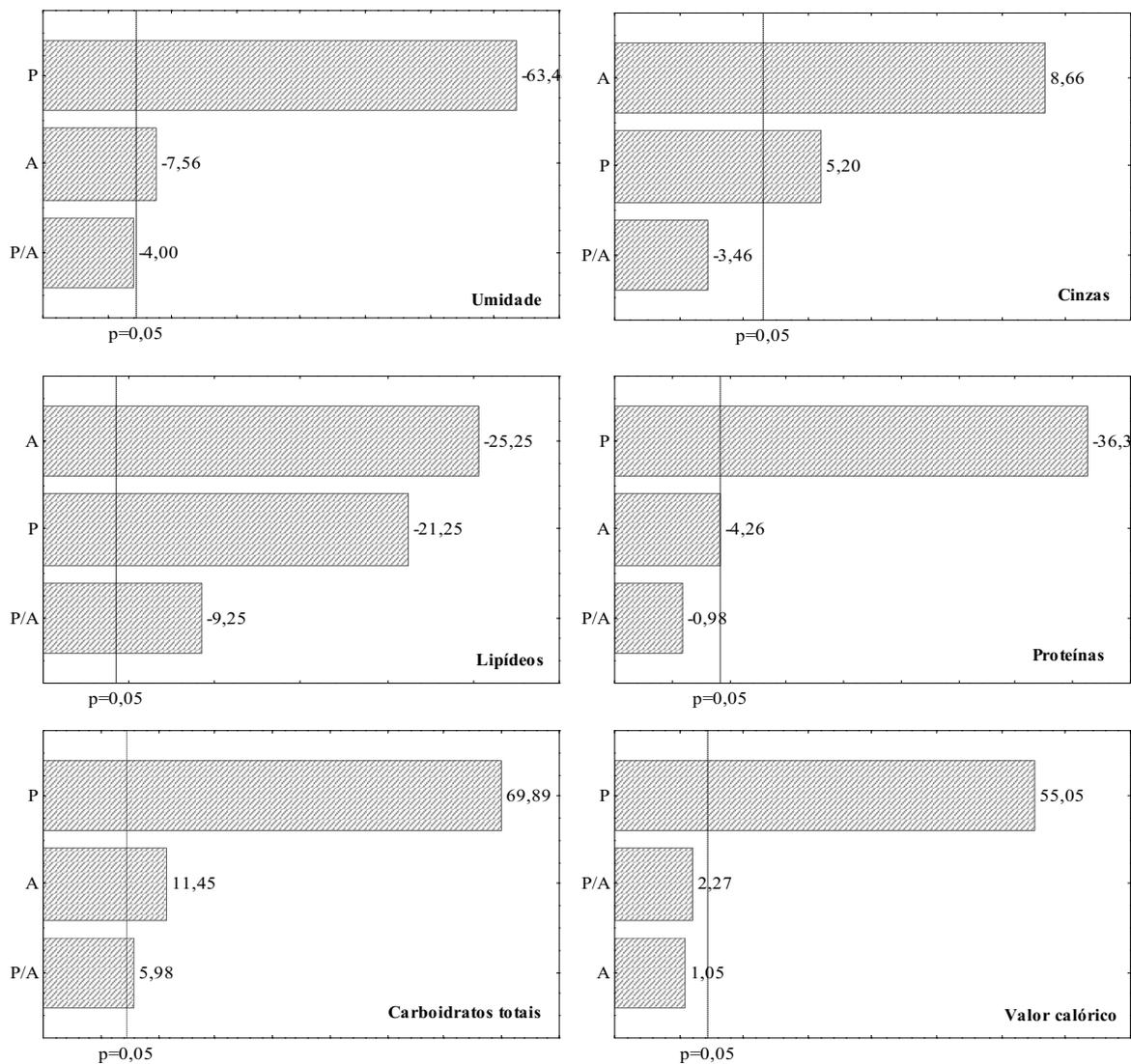
Valores próximos para acidez foram reportados por Ribeiro et al. (2014) ao estudarem o efeito dos *Lactobacillus acidophilus* nas características físico-químicas de iogurtes probióticos elaborados com leite UHT (0,75 a 0,80%), e Capitani et al. (2014) ao estudarem iogurtes probióticos adicionados de fibras solúveis (0,61 a 0,86%), porém os mesmos se encontram inferiores aos publicados por Lobato-Calleros et al. (2014) que ao pesquisarem a adição de amidos modificados na produção de iogurtes mencionaram valores entre 0,84 e 0,86%.

Observa-se, na Tabela 4.12 que a maior concentração de polpa proporcionou, aos iogurtes I<sub>2</sub> e I<sub>4</sub>, maiores valores de extrato seco desengordurado (ESD) e sinérese, seguido dos iogurtes formulados com valores intermediários de polpa e açúcar e os iogurtes I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub> formulados com as menores concentrações de polpa, revelaram os menores valores de ESD e não apresentaram sinérese. Em razão da polpa de manga apresentar valores considerados de sólidos totais compostos, em sua maioria por açúcares e fibras, quando adicionados ao iogurte

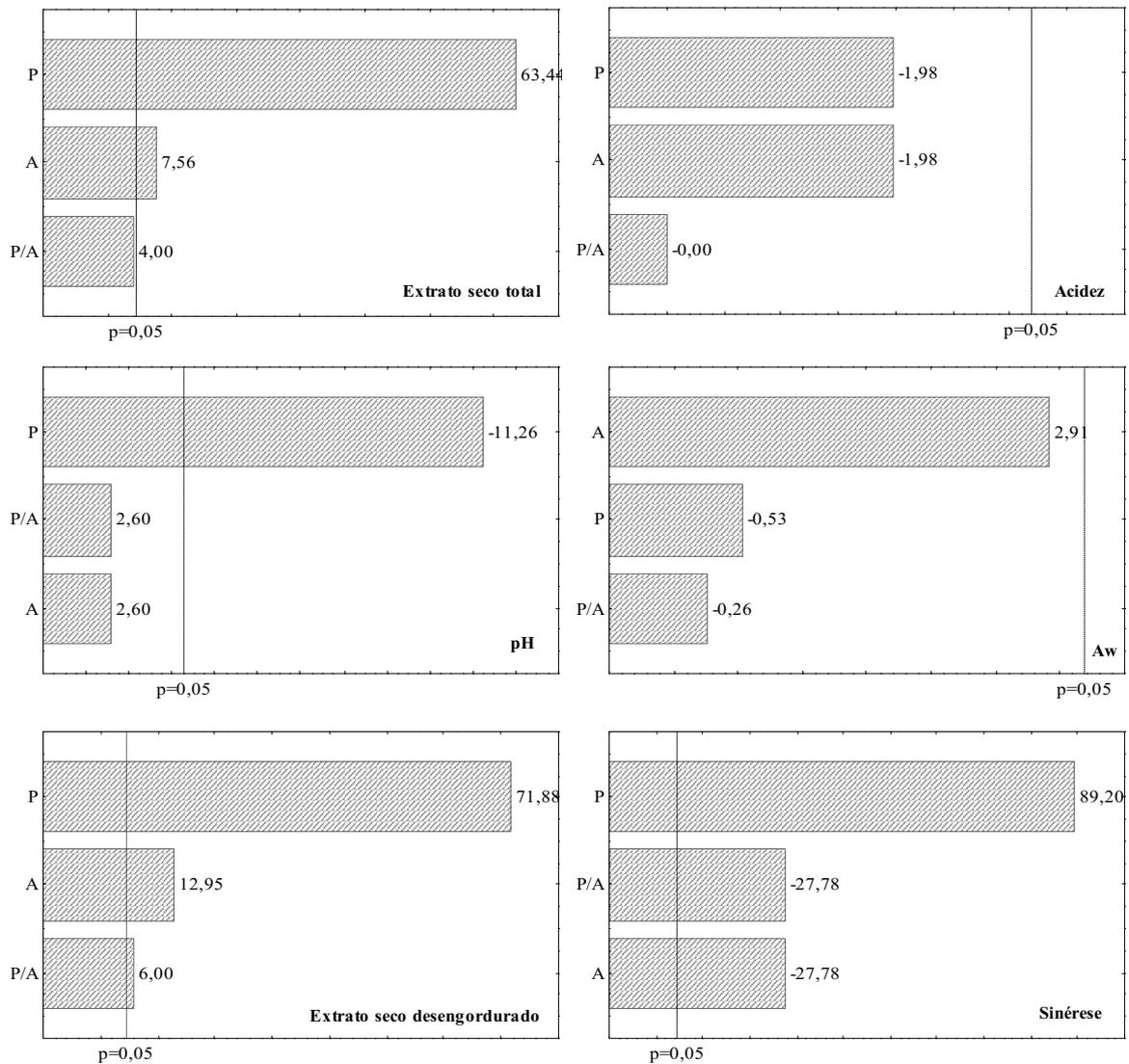
proporcionou maiores valores de ESD, e em virtude da polpa também possuir elevada porcentagem de água, nos iogurtes em que foi adicionada em maior concentração, proporcionou aos mesmos maiores valores de sinérese, pois esses iogurtes apresentavam maior concentração de água não proveniente do leite e com maior suscetibilidade para exsudação visto que a gordura do leite está presente em forma de emulsão na fase aquosa (água natural do leite) que promove estabilidade ao produto.

Verifica-se que não só a polpa influenciou significativamente nos valores de ESD e sinérese mas também o açúcar e a interação polpa/açúcar, influenciaram nos resultados, no entanto em menores proporções (Figura 4.4). Os modelos matemáticos obtidos para esses parâmetros foram significativos e preditivos revelando valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99 (Tabela 4.13).

Crispín-Isidro et al. (2014), ao pesquisarem o efeito da adição de inulina no desenvolvimento de iogurtes, e Lobato-Calleros et al. (2014), ao estudarem a adição de amidos modificados na produção de iogurtes, também verificaram a presença de sinérese em suas amostras com valores entre 2,60 a 9,90% e 2,50 a 12,80%, respectivamente. Hassan et al. (2015), ao estudarem as propriedades físico-químicas de iogurtes elaborados com mucilagem de sementes agrião e goma guar, verificaram que com o aumento da concentração de mucilagem e goma guar, menores foram os resultados de sinérese nas amostras para o tempo zero, comportamento inverso foi verificado para os períodos de 5, 10 e 15 dias de armazenamento em que as amostras apresentaram comportamento contrário.



**Figura 4.3** - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a composição centesimal e valor calórico dos iogurtes prebióticos de manga.



**Figura 4.4** - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para a caracterização físico-química dos iogurtes probióticos de manga.

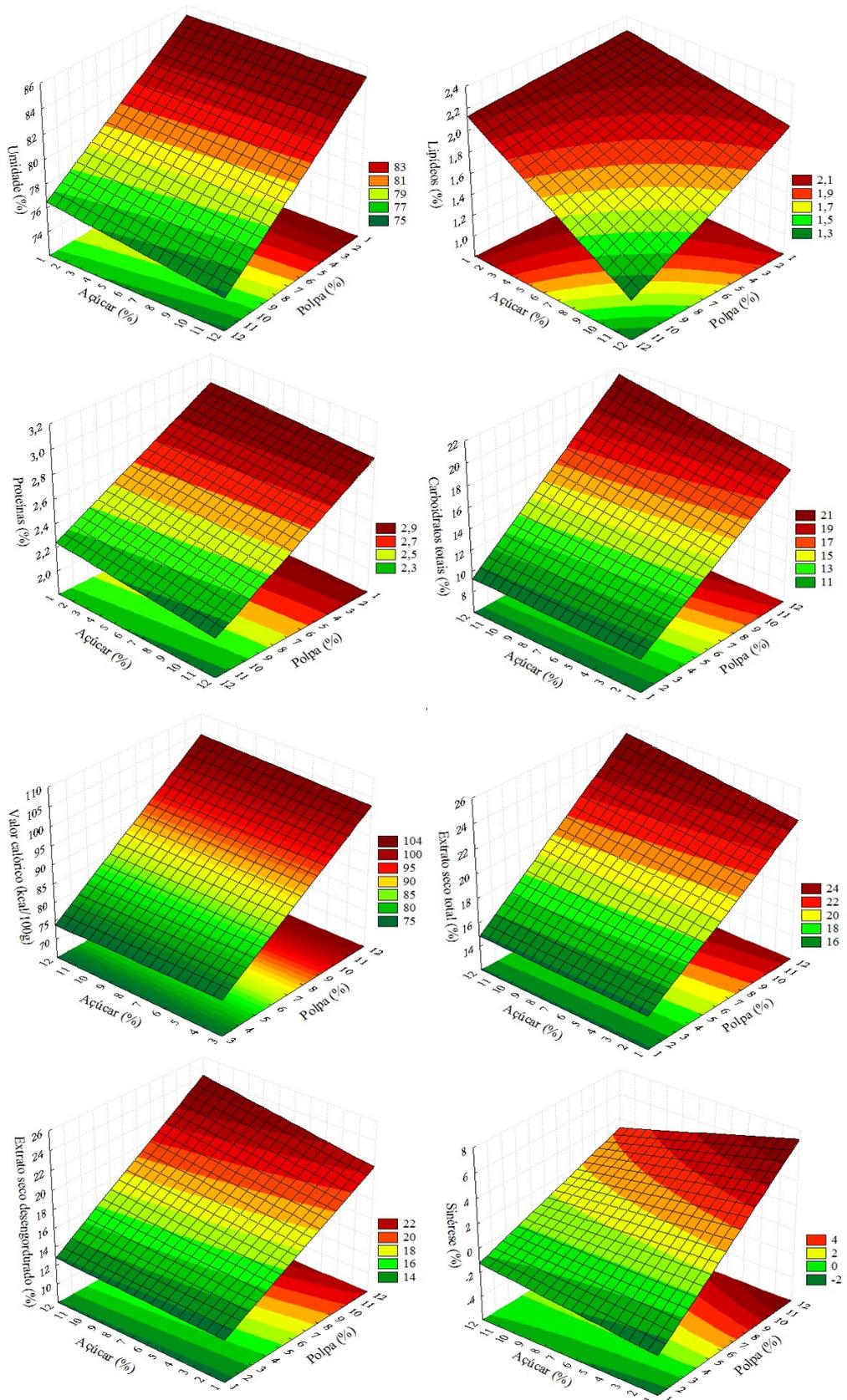
Verificam-se, na Figura 4.5, as superfícies de resposta para as variáveis dependentes que apresentaram modelo estatisticamente significativos e preditivos para os dados dos iogurtes prebióticos de manga.

Observou-se que com a redução da porcentagem de polpa de manga, maiores foram os valores de umidade e proteínas. Este comportamento decorre do aumento da concentração de leite com a redução da porcentagem de polpa nas formulações visto que o leite possui maior teor de água e proteínas em sua composição.

Com o aumento da concentração de polpa nas formulações dos preparados sólidos para elaboração dos iogurtes maiores foram os valores de carboidratos, valor calórico, extrato seco total, extrato seco desengordurado e sinérese. Esta tendência está relacionada à maior quantidade de sólidos e água provenientes da polpa em que os sólidos naturais da polpa (açúcar, fibras etc.), favorecem o aumento do extrato seco total, extrato seco desengordurado, e do valor de carboidratos, que, por sua vez, promovem o aumento da quantidade de calorias, uma vez que o valor calórico é dependente da quantidade deste componente na amostra.

Quanto à sinérese, pode ter sido influenciada pela redução das proteínas do leite decorrente do aumento da polpa, uma vez que a caseína possui capacidade de reter água (soro) ao se coagular durante o processo de fermentação do iogurte, logo, as formulações elaboradas com a maior concentração de polpa apresentaram menor capacidade de retenção de água.

Verificaram-se que, com a redução das concentrações de ambas as variáveis independentes (polpa e açúcar) maiores foram às porcentagens de lipídios nos iogurtes. Esta tendência está relacionada à maior concentração de leite, presente na formulação com a redução das variáveis independentes, que possuem maior concentração de lipídios em relação à polpa e o açúcar.



**Figura 4.5** - Superfícies de resposta para a caracterização físico-química dos iogurtes prebióticos de manga em função das porcentagens de polpa e açúcar.

#### 4.3.2.2 Avaliação mineralógica dos iogurtes

Observa-se, na Tabela 4.14, o resultado da composição mineralógica dos iogurtes prebióticos de manga e que apenas o mineral rubídio não apresentou efeito significativo ( $p \geq 0,05$ ), os demais minerais analisados apresentaram efeito significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) segundo o Teste F.

**Tabela 4.14** - Resultados da composição mineral dos iogurtes prebióticos de manga.

Iogurtes	Minerais (mg/100g)							
	Cálcio (Ca)	Potássio (K)	Fósforo (P)	Ferro (Fe)	Zinco (Zn)	Cobre (Cu)	Rubídio (Rb)	Estrôncio (Sr)
I <sub>1</sub>	404,54 <sup>a</sup>	113,67 <sup>e</sup>	91,89 <sup>b</sup>	0,27 <sup>c</sup>	0,74 <sup>b</sup>	0,16 <sup>c</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,09 <sup>ab</sup>
I <sub>2</sub>	303,50 <sup>c</sup>	130,65 <sup>c</sup>	81,40 <sup>c</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,07 <sup>cd</sup>
I <sub>3</sub>	356,26 <sup>b</sup>	126,73 <sup>d</sup>	95,76 <sup>a</sup>	0,29 <sup>c</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,15 <sup>c</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>
I <sub>4</sub>	295,30 <sup>d</sup>	150,62 <sup>a</sup>	73,68 <sup>d</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,08 <sup>bc</sup>
I <sub>5</sub>	214,89 <sup>e</sup>	145,40 <sup>b</sup>	66,88 <sup>e</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,46 <sup>c</sup>	0,11 <sup>d</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,06 <sup>de</sup>
I <sub>6</sub>	215,71 <sup>e</sup>	143,37 <sup>b</sup>	66,99 <sup>e</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,46 <sup>c</sup>	0,12 <sup>d</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,05 <sup>e</sup>
I <sub>7</sub>	216,92 <sup>e</sup>	144,41 <sup>b</sup>	67,45 <sup>e</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,48 <sup>c</sup>	0,11 <sup>d</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,06 <sup>de</sup>
<b>MG</b>	286,73	136,41	77,72	0,42	0,65	0,17	0,07	0,07
<b>DMS</b>	4,91	3,68	2,65	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02
<b>CV (%)</b>	0,61	0,97	1,22	3,11	2,47	5,93	15,79	8,06
<b>Fcal.</b>	5507,74 <sup>**</sup>	298,28 <sup>**</sup>	496,21 <sup>**</sup>	263,10 <sup>**</sup>	375,74 <sup>**</sup>	141,20 <sup>**</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	31,67 <sup>**</sup>

I – Iogurte; MG – Média geral; DMS - Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação; Fcal – F Calculado; \*\* - significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> - Não significativo ( $p \geq 0,05$ ). As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Dentre todos os minerais revelados para os iogurtes, o cálcio foi encontrado em maior proporção com valores variando entre 214,89 e 404,54 mg/100g da amostra, sendo que, a maior quantidade deste mineral foi observado na formulação I<sub>1</sub> constituída da maior quantidade de leite, que contribuiu para o resultado haja vista que o leite é rico em cálcio, como pode observar na Tabela 4.4 da caracterização do leite. As amostras I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> e I<sub>4</sub> apresentaram diferença significativa entre si, segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de

probabilidade mas as amostras dos pontos centrais (I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub>) não deferiram estatisticamente.

Valores semelhantes de cálcio às amostras I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub>, foram encontrados por Jorgensen et al. (2015), que ao estudarem o desenvolvimento de iogurtes desnatados elaborados com proteínas do soro não desnaturadas, verificaram valores entre 180 e 260 mg/100g.

Observa-se, na Tabela 4.14, que as concentrações de polpa e açúcar influenciaram significativamente nos resultados de potássio, ferro e zinco, onde os menores e maiores valores desses minerais foram encontrados nas amostras formuladas com as menores e maiores concentrações de polpa e açúcar, iogurtes I<sub>1</sub> e I<sub>4</sub>, respectivamente. Verificou-se que os iogurtes I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> e I<sub>3</sub> apresentaram diferenças significativas entre si, segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, já as amostras I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub> apresentaram medias estatisticamente iguais, para ambos os minerais.

Os valores encontrados para zinco foram bem superiores aos encontrados por Khan et al. (2014) que reportam valores de zinco entre 0,003 e 0,0047 mg/100g ao estudarem a composição mineral de diferentes tipos de iogurtes comerciais.

Os iogurtes I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub>, formulados com a menor concentração de polpa, apresentaram a maior concentração de fósforo 91,89 e 95,76 mg/100g, rubídio 8,00 e 8,00 mg/100g e estrôncio 9,00 e 10,00 mg/100g, respectivamente. Verificou-se diferença estatística entre as amostras I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> e I<sub>4</sub>, para os valores de fósforo e estrôncio, mas não se verificou diferença estatística entre os iogurtes I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub>, para fósforo e estrôncio nem entre todas as amostras para rubídio.

Khan et al. (2014) encontraram, estudando a composição mineral de diferentes tipos de iogurtes comerciais, encontraram valores de rubídio (0,0018 a 0,0024 mg/100g) e estrôncio (0,00046 a 0,00068 mg/100g), bem inferiores aos encontrados na presente pesquisa para os iogurtes prebióticos de manga. Concentrações superiores de fósforo foram reportadas por Jorgensen et al. (2015) que ao analisarem a composição mineral de iogurtes desnatados elaborados com proteínas do soro, verificaram valores de fósforo entre 140 e 190 mg/100g.

No tocante aos valores de cobre, os maiores valores foram encontrados nas amostras formuladas com a maior concentração de polpa de manga, ão houve diferença estatística nos valores de cobre, para as amostras elaboradas com a menor concentração de polpa (I<sub>1</sub>, e I<sub>3</sub>) e com valores intermediários de polpa (I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub>).

Os valores encontrados para o mineral cobre na pesquisa em destaque, foram superiores aos publicados por Khan et al. (2014) que, ao determinarem as características dos compostos minerais de diferentes tipos de iogurtes comerciais, observaram valores de cobre entre 0,00014 e 0,00072 mg/100g.

#### 4.3.2.3 Avaliação colorimétrica dos iogurtes

Estão dispostos, na Tabela 4.15, os resultados dos parâmetros de cor dos iogurtes prebióticos de manga. Observou-se que todos os parâmetros avaliados apresentaram efeito significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) segundo o Teste F.

**Tabela 4.15** - Resultados dos parâmetros de cor dos iogurtes prebióticos de manga.

Amostras	Parâmetros de cor					
	L*	a*	b*	h*	c*	$\Delta E^*$
I <sub>1</sub>	77,60 <sup>a</sup>	-0,86 <sup>d</sup>	23,80 <sup>c</sup>	92,08 <sup>a</sup>	23,81 <sup>c</sup>	6,66 <sup>b</sup>
I <sub>2</sub>	72,50 <sup>d</sup>	0,72 <sup>b</sup>	35,69 <sup>a</sup>	88,84 <sup>c</sup>	35,70 <sup>a</sup>	8,05 <sup>a</sup>
I <sub>3</sub>	77,82 <sup>a</sup>	-1,15 <sup>c</sup>	23,73 <sup>c</sup>	92,78 <sup>a</sup>	23,75 <sup>c</sup>	6,25 <sup>c</sup>
I <sub>4</sub>	73,47 <sup>c</sup>	0,83 <sup>a</sup>	35,76 <sup>a</sup>	88,66 <sup>c</sup>	35,77 <sup>a</sup>	5,95 <sup>c</sup>
I <sub>5</sub>	75,38 <sup>b</sup>	0,17 <sup>c</sup>	28,35 <sup>b</sup>	89,66 <sup>b</sup>	28,35 <sup>b</sup>	4,83 <sup>e</sup>
I <sub>6</sub>	75,55 <sup>b</sup>	0,15 <sup>c</sup>	28,08 <sup>b</sup>	89,69 <sup>b</sup>	28,08 <sup>b</sup>	5,50 <sup>d</sup>
I <sub>7</sub>	75,53 <sup>b</sup>	0,15 <sup>c</sup>	28,18 <sup>b</sup>	89,69 <sup>b</sup>	28,18 <sup>b</sup>	6,66 <sup>b</sup>
MG	75,41	0,001	29,08	90,20	29,09	6,27
DMS	0,29	0,07	0,46	0,18	0,46	0,37
CV(%)	0,14	1,26	0,57	0,07	0,57	2,14
Fcal.	1086,20**	2636,18**	2696,72**	1769,52**	2711,24**	172,25**

I – Iogurte; MG – Média geral; DMS - Diferença mínima significativa; CV – Coeficiente de variação; Fcal – F Calculado; L\* - Luminosidade; a\* - Cromaticidade a\* (-a\* - Intensidade de verde; +a\* - Intensidade de de vermelho); b\* - Cromaticidade b\* (+b\* - Intensidade de amarelo); h\* - ângulo de tonalidade; c\* - Croma;  $\Delta E^*$  - diferença total de cor; \*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ). As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que as amostras elaboradas com a menor concentração de polpa de manga apresentaram os maiores valores de luminosidade (L\*), seguidas das amostras

formuladas com valor intermediário. Este comportamento pode ter sido decorrente da influência da concentração de leite nessas amostras visto que, quanto menor a concentração de polpa na formulação, maior era a concentração de leite que possui elevado índice de luminosidade.

Não foi observada diferença estatística entre as amostras formuladas com os menores valores de polpa ( $I_1$  e  $I_3$ ), e nem entre as amostras com valores intermediários de polpa e açúcar ( $I_5$ ,  $I_6$  e  $I_7$ ), no entanto, foi verificada diferença estatística segundo o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, entre as amostras formuladas.

Os valores de  $L^*$  encontrados na presente pesquisa foram inferiores aos publicados por Gomes et al. (2014) que, ao estudarem complexos de inclusão de pigmentos de pimentão vermelho e  $\beta$ -Ciclodextrina na preparação e caracterização de iogurtes encontraram valores de  $L^*$  de 80,00; Nontasan et al. (2012), encontraram, ao trabalhar com aplicação de corante funcional preparado a partir de farelo de arroz preto em iogurte, valores de  $L^*$  entre 94,33 e 94,56 e por Tamjidi et al. (2014) que ao estudarem as propriedades físicas de iogurtes enriquecidos com óleo de peixe encontraram valores de  $L^*$  entre 89,75 a 91,50.

Quanto ao parâmetro de cromaticidade  $a^*$  verificou-se que as amostras apresentaram valores da tonalidade verde (-0,86 e -1,15) ao vermelho (0,15 e 0,83), sendo que, as amostras que apresentaram valores de intensidade de verde foram as que possuíam a menor concentração de polpa, as demais amostras, apresentaram valores de intensidade de vermelho mas consideravelmente baixos. Não se verificou diferença estatística apenas entre as medias reveladas para as amostras dos pontos centrais, as demais apresentaram diferença entre si.

Toniazzo et al. (2014) encontraram valores superiores de cromaticidade  $a^*$ , ao trabalharem com iogurtes adicionados de preparação comercial de morango e corante carmim de cochonilha, em que os valores variaram entre 2,66 e 8,02, o que era esperado, pois como as substâncias adicionadas para promover a cor dos iogurtes eram de coloração vermelha, conseqüentemente os mesmos iriam apresentar maiores valores de intensidade de vermelho ( $+a^*$ ), que os apresentados para a presente pesquisa, em que foi utilizada polpa de manga para conferir cor aos iogurtes, que tem por sua característica coloração amarelada. Cruz et al. (2013a) também publicaram valores superiores de  $a^*$  (8,89 a 13,94) ao avaliarem a cor de iogurtes com baixo e elevado teor de gordura e constataram, que os maiores valores de  $a^*$  foram revelados na amostra com maior concentração de gordura. Ramírez-Sucre e Vélez-Ruiz (2013) encontraram valores próximos (-2,97 a 4,26) aos

revelados na presente pesquisa, ao desenvolverem e determinarem a cor de iogurtes sabor caramelo.

Para os valores de intensidade de amarelo (+b\*), verificou-se claramente a influência da variável polpa nos resultados, cuja cor amarela foi mais intensa com o aumento da concentração de polpa, o que era esperado visto que a manga da variedade Tommy apresenta coloração amarela intensa principalmente quando se apresenta no seu ponto ideal de maturação o qual foi utilizado para a elaboração dos preparados sólidos. Não foi verificada diferença estatística entre as formulações elaboradas com a mesma concentração de polpa, no entanto, foi constatada diferença significativa segundo o teste de Tukey entre as amostras elaboradas com diferentes concentrações de polpa de manga.

Os valores de +b\* se encontram dentro da faixa de resultados revelados por Gomes et al. (2014), que encontraram valores de +b\* entre 10,00 e 30,00 ao estudarem iogurtes com adição de pigmentos de pimentão vermelho e  $\beta$ -Ciclodextrina, porém superiores aos reportados por Tamjidi et al. (2014) que, ao estudarem iogurtes enriquecidos com óleo de peixe, encontraram valores de +b\* entre 11,12 e 16,87 e Cruz et al. (2013a), ao avaliarem a cor de iogurtes encontraram valores de +b\* entre 2,10 a 2,95.

Os valores de ângulo de tonalidade (h\*) dos iogurtes variaram de 88,84 a 92,78 e os de croma (c\*) de 23,75 a 35,77. Verificou-se que a concentração de polpa também influenciou significativamente nos parâmetros de ângulo de tonalidade e croma que apresentaram comportamento inversamente proporcional em que, com o aumento da concentração de polpa nas formulações, menores foram os valores de ângulo de tonalidade e maiores foram os valores de croma encontrados.

Os valores de h\* ficaram próximos ao eixo de 90°, correspondendo à coloração amarela, já os valores de croma que correspondem ao grau de pureza da cor da amostra, não apresentaram valores tão elevados, apresentando valores abaixo de 36,00. Esses baixos valores de pureza das amostras podem ser justificados visto que os iogurtes foram obtidos a partir de um preparado sólido, composto de vários ingredientes como polpa, açúcar, leite, inulina e gomas que, por não possuírem a mesma coloração podem ter contribuído para os baixos valores de pureza da cor.

Nontasan et al. (2012) ao pesquisarem a aplicação do corante funcional preparado a partir de farelo de arroz preto em iogurte encontraram valores de c\* (9,41 a 9,59) inferiores e de h\* (106,97 a 108,83), superiores aos revelados para os iogurtes de manga.

Verificou-se, na Tabela 4.15, que não foi tão grande a diferença de cor das amostras de iogurte em relação aos seus respectivos preparados sólidos. Os valores variaram entre

4,83 na amostra I<sub>5</sub>, constituída de valores intermediários de polpa e açúcar, e 8,05 na amostra I<sub>2</sub>, formulada com a maior concentração de polpa e menor de açúcar, indicando que o processo de reidratação e fermentação dos preparados sólidos para obtenção dos iogurtes não promoveu tanta degradação da cor.

### 4.3.3 Avaliação sensorial dos iogurtes

Tem-se, na Tabela 4.16, os resultados das variáveis respostas, na Tabela 4.17 a análise de regressão e na Figura 4.6 diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A), para os atributos sensoriais dos iogurtes prebióticos de manga, em que os resultados forneceram modelos de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%. A análise dos efeitos para cada resposta foi realizada separadamente sendo gerado seu modelo significativo ou não, sendo apresentadas apenas as superfícies de resposta (Figura 4.7) em que o modelo gerado foi significativo e preditivo.

Verificou-se, na Tabela 4.17, que todos os modelos ajustados aos dados experimentais dos atributos sensoriais dos iogurtes foram significativos ( $F_c/F_{tab} > 1$ ) e apenas o atributo aroma não foi preditivo ( $F_c/F_{tab} < 4$ ). Os modelos revelaram valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre 0,9175 para o aroma e 0,9931 para o atributo sabor.

Observa-se, na Tabela 4.16, que as formulações elaboradas com a maior concentração de polpa de manga (I<sub>2</sub> e I<sub>4</sub>), apresentaram as maiores notas para todos os atributos sensoriais avaliados mais intenção de compra, seguido das formulações elaboradas com valor intermediário (I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> e I<sub>7</sub>) e menor (I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub>) concentração de polpa de manga, respectivamente. Este comportamento perante os provadores, comprovam o quanto o estudo da variação da concentração da variável polpa foi importante na elaboração dos iogurtes.

As notas atribuídas aos atributos de cor (4,90 a 7,76) e aparência (5,14 a 7,53) dos iogurtes variaram entre nem gostei/nem desgostei e gostei muito sendo que o iogurte I<sub>2</sub>, elaborado com a maior concentração de polpa e menor de açúcar, apresentou a maior nota para a cor e o I<sub>4</sub> elaborado com a maior concentração, tanto de polpa como de açúcar apresentou a maior nota para aparência.

A concentração de polpa foi o fator decisivo e o único que influenciou significativamente (Figura 4.6) na avaliação dos atributos de cor e aparência visto que esta

variável foi responsável pela incorporação de cor ao produto que reflete diretamente na avaliação e na aceitação de sua aparência.

Song e Aryana (2014) encontraram valores semelhantes para os atributos cor e aparência, em iogurtes reconstituídos a partir do iogurte em pó comercial e não comercial, 5,93 a 6,40 e 4,20 a 5,93, respectivamente. Valores também semelhantes aos revelados para a cor e aparência publicados por Santos et al. (2014) que, ao estudarem as características sensoriais de iogurtes elaborados com goma guar como coadjuvante de textura e inulina como agente prebiótico, encontraram valores para cor entre 7,14 e 7,55 e para aparência entre 6,96 e 7,32. Notas superiores às encontradas na presente pesquisa para a cor, foram publicadas por Zoidou et al. (2014), ao estudarem o perfil sensorial de iogurtes elaborados com Oleuropeína, e encontraram valores médios para o atributo de cor entre 8,30 a 8,52.

**Tabela 4.16** - Resultados das variáveis respostas para os atributos sensoriais dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.

Amostras	Respostas								
	Cor	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor	Gosto ácido	Doçura	Impressão global	Intenção de compra
I <sub>1</sub>	4,91	5,14	5,55	5,11	3,61	4,52	3,43	4,23	1,82
I <sub>2</sub>	7,76	7,51	6,62	6,95	7,28	6,63	7,39	7,32	4,09
I <sub>3</sub>	4,90	5,20	5,39	5,36	3,78	4,34	3,70	4,32	2,03
I <sub>4</sub>	7,74	7,53	6,73	7,15	7,38	6,68	7,33	7,40	4,18
I <sub>5</sub>	6,58	6,62	6,36	6,28	5,76	5,73	5,80	6,11	3,20
I <sub>6</sub>	6,60	6,63	6,35	6,30	5,74	5,74	5,76	6,13	3,16
I <sub>7</sub>	6,59	6,60	6,34	6,31	5,73	5,76	5,77	6,12	3,18

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>...I<sub>7</sub> – Iogurte

Quanto aos atributos de aroma e consistência dos iogurtes, verificou-se que a variável polpa e a interação polpa/açúcar, influenciaram significativamente nos valores de aroma e a variável polpa e açúcar na consistência (Figura 4.6), sendo que, o iogurte elaborado com a maior concentração, tanto de polpa de manga como de açúcar, revelou as maiores notas para ambas as variáveis respostas, ficando segundo provadores, entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente.

Como a polpa foi o único produto adicionado aos iogurtes com função de aromatizante, logicamente com o aumento de sua concentração maior seria a intensidade do aroma o qual teve boa aceitação segundo os provadores. A avaliação positiva da consistência principalmente na amostra I<sub>4</sub>, pode ter sido decorrente da variável açúcar que junto com a polpa, aumentou a concentração de extrato seco como se observa na Tabela 4.12, da caracterização físico-química dos iogurtes proporcionando, assim, ao produto, maior consistência, o que comprova que os consumidores preferem iogurtes mais consistentes a iogurtes com consistência mais líquida.

Song e Aryana (2014) que encontraram valores entre 5,55 a 6,18 para o atributo aroma em iogurtes reconstituídos a partir do iogurte em pó comercial e não comercial e Bezerra et al. (2015), ao traçarem o perfil sensorial de frozen iogurte probióticos desenvolvidos com leite de cabra e polpa de jambolão em pó, obtiveram valores para o atributo aroma entre 6,00 e 7,00. Illupapalayam et al. (2014), ao estudarem a aceitabilidade do consumidor para iogurtes probióticos elaborados com especiarias, verificaram que os iogurtes elaborados sem nenhum tipo de especiaria (controle), apresentaram as menores notas para aroma (5,17) e consistência (5,50), no entanto, os iogurtes elaborados com noz-moscada e cardamomo apresentaram os maiores escores 6,30 e 6,44, respectivamente.

Toniazzo et al. (2014), ao estudarem a aplicação de goma xantana, goma guar e dispersão de lipossomas em iogurtes, verificaram que o iogurte controle sem adição de lipossomas mas com adição de corante apresentou as maiores notas para os atributos de aroma (7,28) e consistência (7,40), enquanto o iogurte elaborado com dispersão de lipossomas e sem corante, revelou menor aceitação por parte dos provadores revelando médias para aroma e consistência de 5,38 e 6,17, respectivamente.

As notas atribuídas aos atributos sensoriais de sabor, gosto ácido e doçura variaram entre desgostei moderadamente e gostei moderadamente sendo que a amostra I<sub>4</sub>, elaborada com a maior concentração de polpa e de açúcar, apresentou as maiores notas para sabor e gosto ácido, a amostra I<sub>2</sub>, elaborada com a maior concentração de polpa e menor de açúcar, apresentou as maiores notas para doçura, a polpa apresentou influência significativa em

ambos os atributos, tal como o fator açúcar para o sabor e a interação polpa/açúcar para gosto ácido e doçura (Figura 4.6).

Ante os resultados revelados constatou-se que, em sua maioria, os provadores, preferem um produto com menor concentração de açúcar, ou seja, menos doce e com maior concentração de polpa, o que, conseqüentemente, proporciona maior sabor ao produto. No tocante ao gosto ácido, verificou-se que tanto o ácido láctico produzido durante a fermentação dos iogurtes, como o ácido cítrico, presentes naturalmente na polpa de manga, influenciaram nas notas atribuídas pelos provadores, de vez que, as maiores notas foram reveladas nas amostras elaboradas com a maior concentração de polpa.

Ribeiro et al. (2014) ao estudarem o efeito dos *Lactobacillus acidophilus* no perfil sensorial de iogurtes probióticos elaborados com leite UHT e com correção do extrato seco para 13% com leite em pó, encontraram notas para sabor entre 5,38 e 5,46, resultado esses dentro da faixa encontrada na presente pesquisa para o iogurte prebiótico de manga. Song e Aryana (2014) encontraram valores entre 3,49 a 5,23 para o atributo sabor de iogurtes reconstituídos a partir do iogurte em pó comercial e não comercial. Zoidou et al. (2014) ao avaliarem sensorialmente iogurtes elaborados com Oleuropeína, observaram valores médios para sabor entre 6,71 e 7,16. Bezerra et al. (2015) ao estudarem o perfil sensorial de frozen iogurte probióticos (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*), desenvolvidos com leite caprino com jambolão em pó obtiveram resultados para sabor entre 4,00 e 6,00. Xanthopoulos et al. (2012), publicaram escores de acidez entre 4,50 e 4,70 ao estudarem sensorialmente iogurte probiótico de leite caprino, e Shori e Baba (2012), valores de acidez entre 5,67 e 6,42 em iogurtes de leite bovino, e de doçura entre 3,83 e 4,92, em iogurtes de leite de camelo, porém, Tsevdou et al. (2013) publicaram escores com valores para gosto ácido entre 6,00 e 8,00 ao traçarem o perfil sensorial de iogurtes.

No tocante à impressão global verificou-se, na Figura 4.6, que tanto a variável independente concentração de polpa como a variável açúcar influenciaram significativamente nos resultado de impressão global, sendo que o iogurte I<sub>1</sub>, formulado com a menor concentração de polpa e de açúcar, apresentou as menores notas (4,23), já a amostra I<sub>4</sub> elaborada com a maior concentração tanto de polpa como de açúcar, apresentou a maior nota (7,40), colocando o produto diante dos provadores entre desgostei ligeiramente e gostei moderadamente, respectivamente.

Illupapalayam et al. (2014) ao realizarem a caracterização sensorial de iogurtes probióticos elaborados com especiarias, verificaram valores semelhantes para impressão global, em que os iogurtes elaborados com canela apresentaram a menor aceitação pelos

consumidores, revelando média para o atributo de 4,89, já o elaborado com cardamomo apresentou maior aceitação com média 6,22. Valores semelhantes para impressão global também foram encontrados por Crispín-Isidro et al. (2014) e Ribeiro et al. (2014) ao estudarem o efeito da inulina na elaboração de iogurtes com reduzido teor de gordura e o efeito dos *Lactobacillus acidophilus* nas características sensoriais de iogurtes probióticos, respectivamente, em que os autores encontraram notas para impressão global de 5,00 a 7,00 e de 6,07 a 6,21, respectivamente.

Os valores de intenção de compra dos iogurtes variaram entre 1,82 (possivelmente não compraria) a 4,18 (possivelmente compraria), e apresentaram o mesmo comportamento verificado para impressão global em que tanto o fator polpa como o açúcar, influenciaram significativamente nos valores encontrados para intenção de compra e que o iogurte I<sub>1</sub>, formulado com a menor concentração tanto de polpa como de açúcar, apresentou a menor nota, já a amostra I<sub>4</sub>, elaborada com a maior concentração tanto de polpa como de açúcar apresentou a maior nota.

Os valores encontrados para intenção de compra dos iogurtes prebióticos de manga estão dentro da faixa encontrada por Santos et al. (2014) e Ribeiro et al. (2014) que, ao estudarem as características sensoriais de iogurtes elaborados com goma guar como coadjuvante de textura e inulina como agente prebiótico e as características sensoriais de iogurtes probióticos, respectivamente, os autores encontraram notas para intenção de compra de 3,30 a 4,05 e de 3,19 a 3,24, respectivamente.

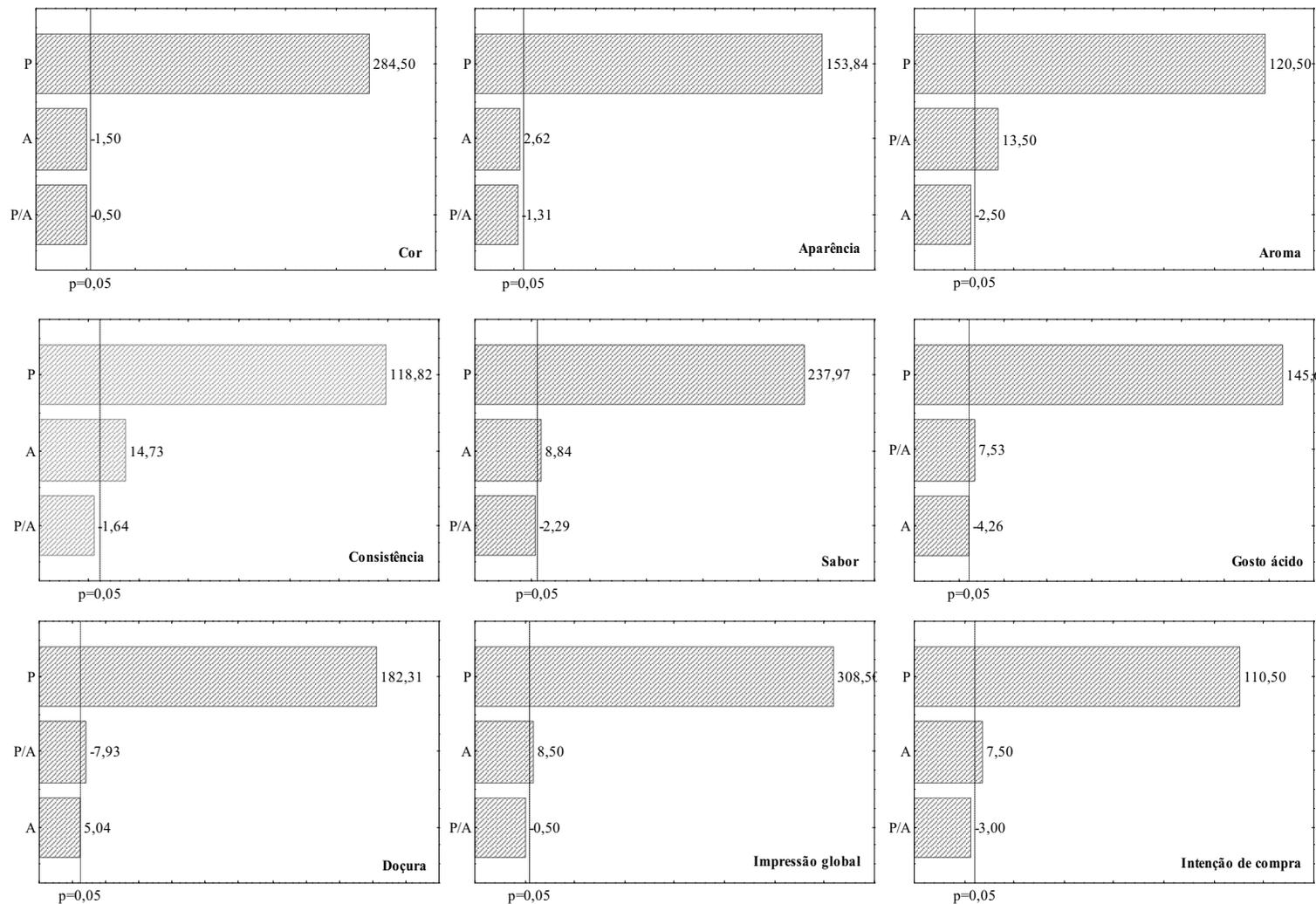
Verificam-se, na Figura 4.7, as superfícies de resposta para os atributos sensoriais que apresentaram modelos estatisticamente significativos e preditivos para os iogurtes prebióticos de manga.

Observou-se que com o aumento da concentração da polpa de manga, maiores foram as notas atribuídas aos atributos de cor, aparência, consistência, gosto ácido, doçura, sabor, impressão global e intenção de compra dos iogurtes não sendo possível observar nenhum tipo de comportamento dos atributos sensoriais avaliados decorrentes do fator açúcar, podendo ser observado na Figura 4.7, o quanto o aumento da concentração de polpa influenciou nos resultados encontrados.

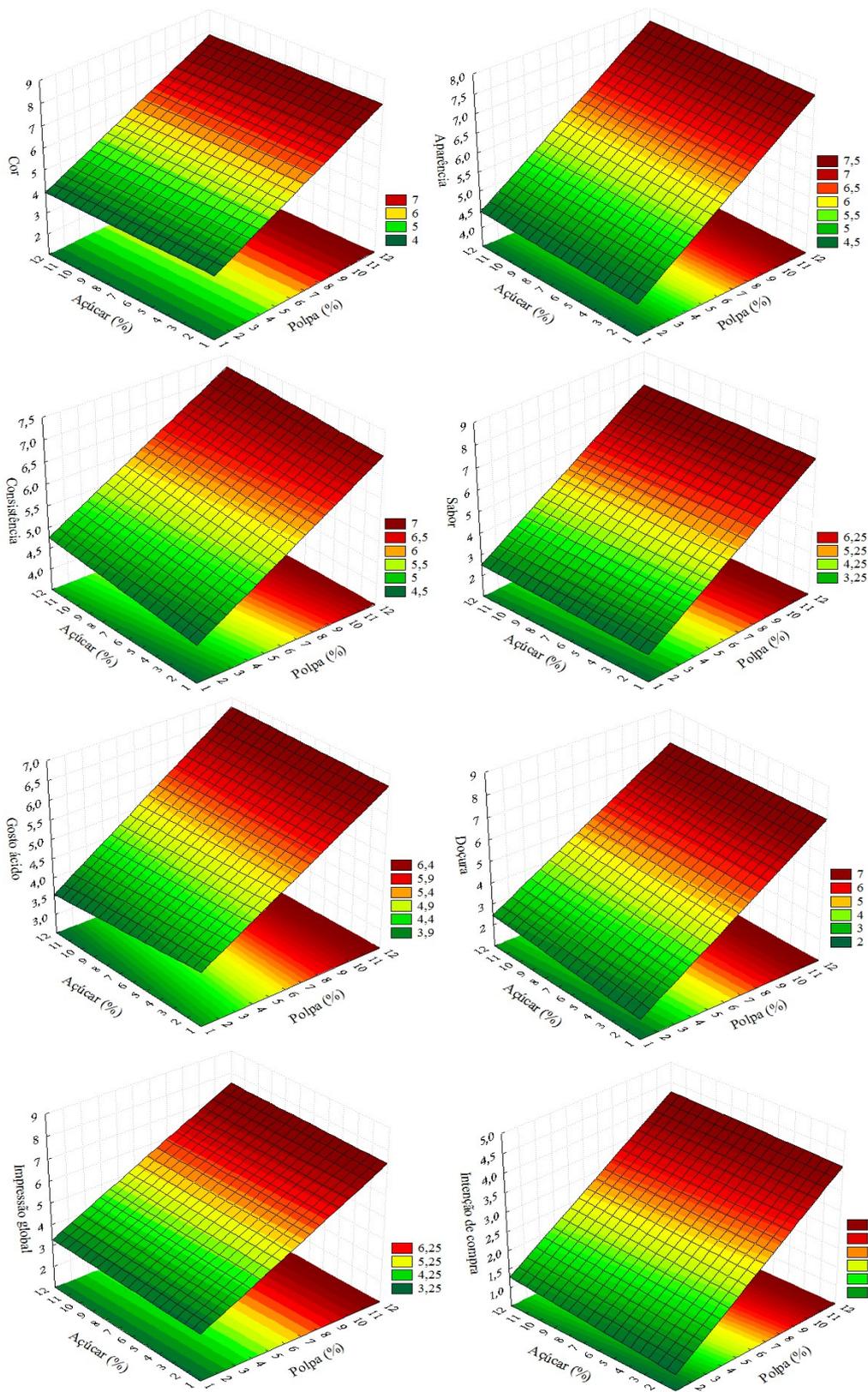
**Tabela 4.17** - Análises de regressão e modelos empíricos para os atributos sensoriais dos iogurtes prebióticos de manga em intervalo de 95% de confiança.

Respostas	R <sup>2</sup>	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> /F <sub>tab</sub>	Equações	
Cor	0,9856	68,41	7,37	$3,60 + 0,3569P - 0,000625A - 0,000156P/A$	(4.22)
Aparência	0,9775	43,50	4,69	$4,031429 + 0,29875P + 0,01A - 0,000625P/A$	(4.23)
Aroma	0,9175	11,13	1,20	$5,281429 + 0,116875 P - 0,036875A + 0,004219P/A$	(4.24)
Consistência	0,9878	81,18	8,75	$4,118571 + 0,233125P + 0,034375A - 0,000781P/A$	(4.25)
Sabor	0,9931	144,13	15,53	$1,771429 + 0,463125P + 0,025625A - 0,001094P/A$	(4.26)
Gosto ácido	0,9862	71,37	7,69	$3,698571 + 0,249375P - 0,036875A + 0,003594P/A$	(4.27)
Doçura	0,9884	84,91	9,15	$1,367143 + 0,515625P + 0,054375A - 0,005156P/A$	(4.28)
Impressão global	0,9838	60,64	6,53	$2,767143 + 0,386875P + 0,011875A - 0,000156P/A$	(4.29)
Intenção de compra	0,9920	124,71	13,44	$0,614286 + 0,291250P + 0,03375A - 0,001875P/A$	(4.30)

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; F<sub>c</sub> – F calculado; F<sub>tab</sub> – F tabelado; F Tabelado<sub>3; 3; 0,05</sub> = 9,2; P – Polpa; A – Açúcar; P/A – Interação



**Figura 4.6** - Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), açúcar (A) e interação polpa/açúcar (P/A) para os atributos sensoriais do iogurte probiótico de manga.



**Figura 4.7 - Superfícies de resposta para os atributos sensoriais dos iogurtes probióticos de manga em função das porcentagens de polpa e açúcar.**

#### 4.3.3.1 Determinação do índice de aceitabilidade dos iogurtes

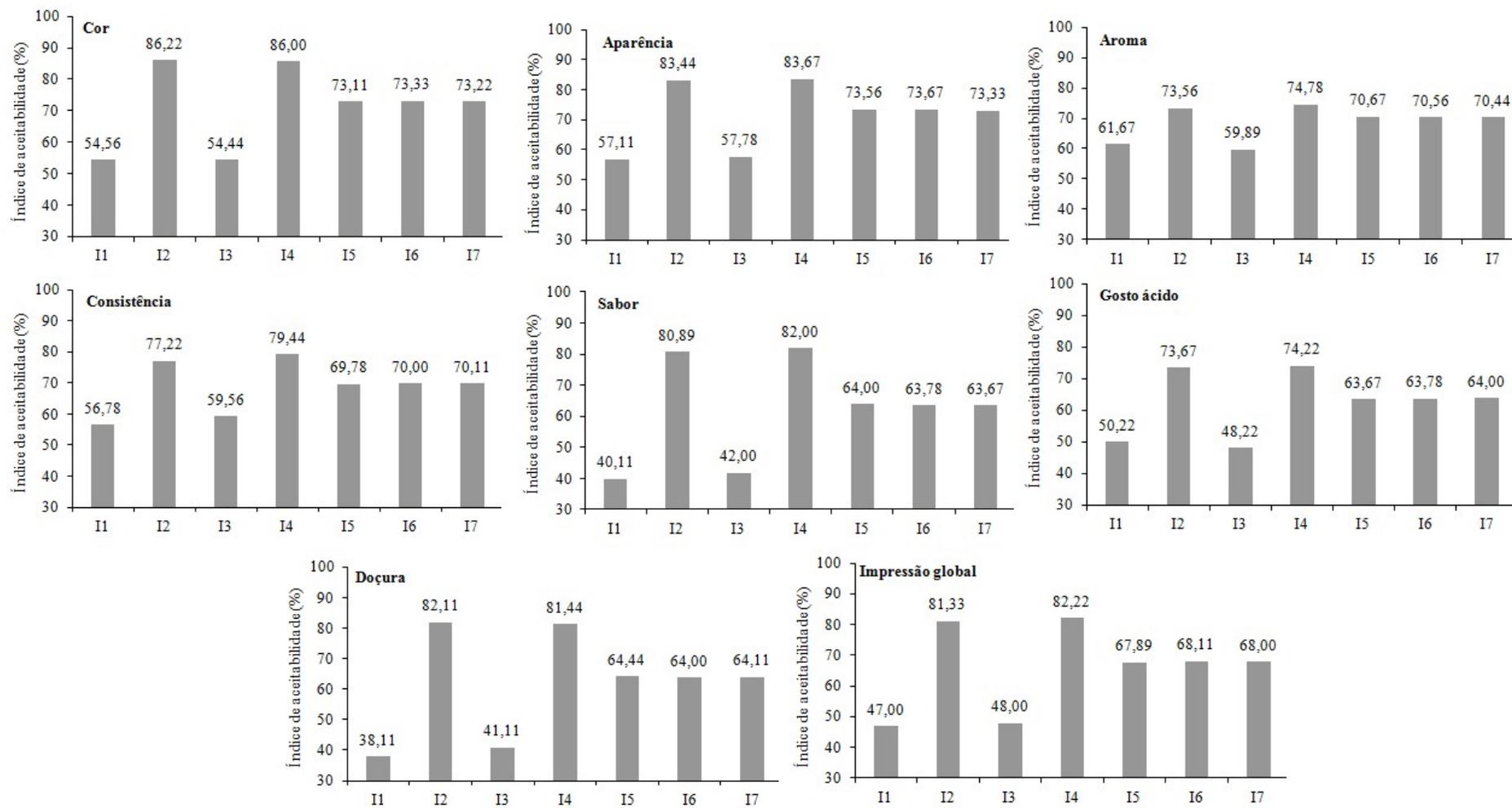
Observam-se, na Figura 4.8, os índices de aceitabilidade dos iogurtes prebióticos de manga para cada atributo sensorial avaliado.

Verificou-se que apenas as amostras I<sub>2</sub> e I<sub>4</sub>, formuladas com as maiores concentração de polpa e menor e maior concentração de açúcar, respectivamente, revelaram índices de aceitabilidade acima de 70% para todos os atributos, as demais amostras apresentaram valores abaixo de 70% em pelo menos quatro parâmetros avaliados, com destaque para as amostras I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub>, formuladas com a menor concentração de açúcar/polpa e maior concentração de açúcar e menor de polpa, respectivamente, que apresentaram valores abaixo de 70%, em todos os atributos sensoriais.

Segundo Dutcosky (2011) e Gularte (2009) o índice de aceitabilidade de 70% é o valor mínimo para que um produto seja considerado aceito, em termos de suas propriedades sensoriais para ser lançado no mercado.

A cor e a aparência dos iogurtes foram os parâmetros mais bem avaliados, em que os valores de aceitabilidade chegaram a 86,22% e 83,67%, respectivamente, ambos na amostra I<sub>2</sub>, por outro lado, os menores valores de aceitabilidade foram verificados nos parâmetros de sabor e doçura em que esses valores chegaram a 40,11% e 38,11%, respectivamente na amostra I<sub>1</sub>, o que comprova que tanto o fator açúcar como a baixa concentração de polpa, influenciou nos baixos valores de aceitabilidade para o parâmetro doçura, visto que, a polpa também possui açúcares naturais em sua composição que também contribuem para adoçar o produto.

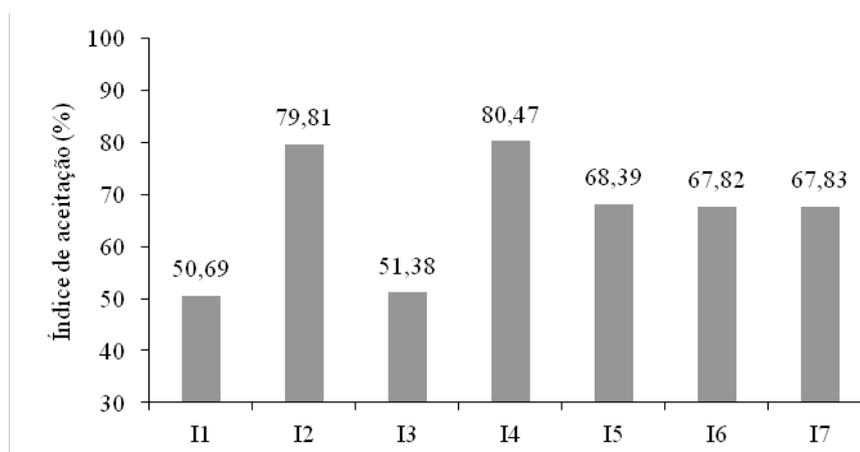
Santos et al. (2014) ao estudarem a aceitabilidade de iogurtes elaborados com goma guar como coadjuvante de textura e inulina, como agente prebiótico, encontraram valores para índice de aceitabilidade semelhantes aos revelados na presente pesquisa para os atributos de aparência (77,33 a 81,33%), sabor (68,88 a 80,33%), consistência (73,33 a 83,37%), cor (79,33 a 83,88%) e impressão global (67,44 a 81,11%), no entanto os valores de índice de aceitabilidade para aroma encontrados para o iogurte prebiótico de manga, foram inferiores aos reportados pelos mesmos autores, os quais encontraram valores entre 74,33 e 79,44%.



**Figura 4.8** - Valores de índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais avaliados nos iogurtes probióticos de manga.

Verificou-se, na Figura 4.9, que a variável concentração de polpa foi fator decisivo perante os provadores visto que as amostras mais aceitas foram as elaboradas com a maior concentração de polpa e maior e menor concentração de açúcar, respectivamente 80,47% (I<sub>4</sub>) e 79,81% (I<sub>2</sub>), sendo a diferença entre as mesmas de menos de 1%, o que comprova que os consumidores preferem um produto com as características sensoriais da fruta de origem, não sendo o açúcar fator decisivo na escolha.

Pandey e Mishra (2015) ao estudarem a otimização da concentração e temperatura de incubação de prebiótico e probiótico, para a preparação de iogurte de soja simbiótico, verificaram que o valor global de aceitabilidade aumentou com o aumento do teor de inóculo prebiótico FOS (Swetoos, EnSigns Health Care Pvt. Ltd.) e diminuiu com a temperatura de incubação.



**Figura 4.9** - Índice de aceitação dos iogurtes prebióticos de manga.

#### 4.4 Determinação das isotermas de adsorção de água

As isotermas de adsorção de água foram determinadas apenas no preparado sólidos P<sub>4</sub>, elaborado com as maiores concentrações de polpa e açúcar, apresentando maior índice de aceitabilidade do iogurte obtido mediante análise sensorial.

Notou-se que, com o aumento do teor de água de equilíbrio tem-se uma tendência de elevação da atividade de água, demonstrando que trata-se de um produto muito higroscópico. Campos (2012) também relatou ao determinar isotermas de leite em pó integral e desnatado nas temperaturas de 30 e 40 °C, que o teor de água de equilíbrio aumentou com o aumento da atividade de água.

De acordo com Oliveira et al. (2013) o desenvolvimento de fungos tem início com a atividade de água em torno de 0,68, logo, verifica-se que os teores de água recomendados para o armazenamento seguro do preparado sólido deverão ser no máximo, de até 16,58, 18,22, 17,80 (% b.s.) para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C, respectivamente.

Na Tabela 4.18 se apresentam os parâmetros de ajuste dos modelos de GAB, Peleg, Oswin e Smith ajustados às isotermas de adsorção de água a 20, 30 e 40 °C, da amostra de preparado sólido mais aceito com os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P).

Observou-se que o modelo mais recomendado na predição do equilíbrio higroscópico para o preparado sólido foi o de GAB, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, uma vez que apresentou coeficientes de determinação superiores ( $R^2 \geq 0,99$ ) e desvios percentuais médios menores ( $P \leq 3,22\%$ ) representando, de forma mais satisfatória, os dados experimentais.

Bons ajustes com o modelo de GAB também foram observados por Catelam et al. (2011) que determinaram isotermas de adsorção nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C de dois tipos de amostras, uma preparada com polpa de maracujá, maltodextrina e leite desnatado e outra contendo polpa de maracujá, goma arábica e leite desnatado secas em liofilizador, obtendo valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,99. Abdenouri et al. (2010) também utilizaram determinando isotermas de adsorção nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C de leite em pó adquirido por secagem por atomização, o modelo de GAB obtendo valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99 (Tabela 4.18).

**Tabela 4.18** - Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção do preparado sólido para do iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros				R <sup>2</sup>	P (%)
		K <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>		
Peleg	20	35,2699	1,6221	76,1191	10,7791	0,9984	3,55
	30	78,5913	9,5848	30,8764	1,4013	0,9992	2,84
	40	26,3650	1,3697	55,9837	7,1935	0,9994	2,89

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros			R <sup>2</sup>	P (%)
		X <sub>m</sub>	C	K		
GAB	20	8,8211	2,4345	0,9423	0,9985	3,22
	30	8,7479	2,6372	0,9431	0,9997	1,86
	40	11,3739	1,3056	0,8922	0,9997	2,13

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	P (%)
		a	b		
Oswin	20	11,7755	0,6966	0,9975	3,65
	30	12,0512	0,6757	0,9981	3,74
	40	11,4361	0,6536	0,9890	9,03

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	P (%)
		a	b		
Smith	20	-6,7376	24,9646	0,9780	8,96
	30	-5,6218	24,6882	0,9700	11,18
	40	-4,8137	22,3084	0,9891	8,90

a<sub>w</sub> - atividade de água, adimensional; X<sub>eq</sub> - Teor de água de equilíbrio (bs); X<sub>m</sub> - teor de água na monocamada molecular (bs); C - constante relacionada ao calor de sorção da camada molecular; a, b, K, k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, n<sub>1</sub> e n<sub>2</sub> - constantes do modelo.

Os parâmetros do modelo matemático de GAB têm um significado físico em termos de isotermas de sorção (ANDRADE et al., 2011). De acordo com Goula et al. (2008) o teor de água da monocamada (X<sub>m</sub>) proporciona um período de estabilidade maior, com perda mínima de qualidade do produto a uma temperatura, desta forma, o nível de atividade de água mais segura é a que corresponde ao menor valor da monocamada (X<sub>m</sub>).

Observou-se que o valor da monocamada ( $X_m$ ) diminuiu para a temperatura de 40°C e aumentou para temperaturas de 20 e 30 °C no modelo de GAB. Comportamento semelhante ocorreu quando Melo (2007) determinou as isotermas de adsorção nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C de uma formulação em pó de umbu-cajá e leite de cabra com 10% de maltodextrina coletada na câmara do spray-dryer. Campos (2012) ao analisar as isotermas de adsorção de água dos leites em pó integral e desnatado também ocorreu diminuição do valor da monocamada entre as temperaturas de 30 e 40 °C com o seu aumento. A temperatura de 30 °C apresentou o menor valor de  $X_m$ , indicando que o preparado sólido para esta temperatura apresenta maior estabilidade.

Ao utilizar o modelo de GAB, notou-se que houve aumento nos valores do parâmetro C de 2,4345 e 2,6372, para o preparado sólido nas temperaturas de 20 e 30 °C. Comportamento contrário ocorreu quando Kumar e Mishra (2006) obtiveram o pó do iogurte de manga de um blend de leite de búfala e extrato de soja, com e sem gelatina, a partir de secagem convectiva, com valores da constante C entre 5,017 e 4,389, e 16,092 e 14,580, respectivamente. Deve-se ressaltar que o parâmetro C é a constante relacionada ao calor de adsorção do produto (GUERRA et al., 2005).

O parâmetro K representa o fator de correção das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido (LIMA et al., 2008). Observa-se que o preparado sólido, quando submetido às temperaturas de 20, 30 e 40 °C, tem o menor valor de K de 0,8922 para a temperatura de 40 °C. Comportamento semelhante ocorreu ao serem determinadas isotermas de adsorção por Soteras et al. (2014) em leite em pó nas temperaturas de 15, 25 e 40 °C, com o valor do parâmetro K de 1,00377.

De acordo com Blahovec (2004) as curvas de isotermas são consideradas do Tipo III, ao apresentar às seguintes condições  $0 < K \leq 1$  e  $0 \leq C \leq 2$ , quando o modelo de GAB é ajustado as isotermas, logo, o preparado sólido apresenta isotermas do tipo III, como característica de produtos ricos em açúcares tendo o mesmo comportamento observado por Koç et al. (2010) ao determinarem isotermas nas temperaturas de 10, 25 e 40 °C de iogurte em pó seco em spray-dryer e Gil et al. (2013) ao utilizar leite em pó comercial para determinação de isotermas de adsorção nas temperaturas de 15 e 25 °C.

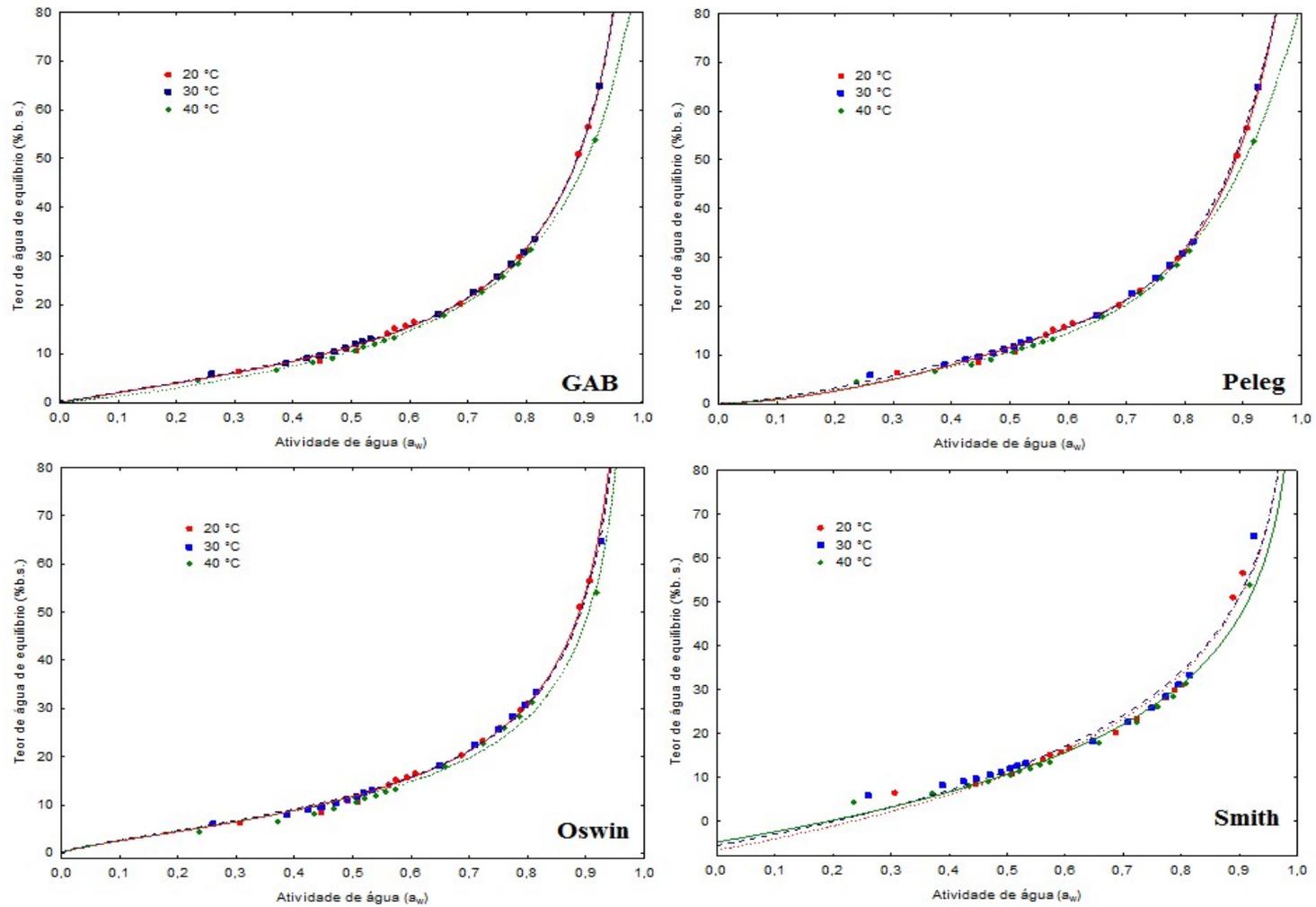
Verificou-se que os parâmetros  $K_2$  e  $n_2$ , do modelo de Peleg, ajustados as isotermas do preparado sólido, apresentaram menores valores para temperatura de 30 °C. Comportamento equiparado foi observado por Catelam (2010) ao obter por spray-dryer o mix de polpa de maracujá, maltodextrina e leite desnatado e mix de polpa de maracujá, goma arábica e leite desnatado, observou que a constante  $n_2$  apresentou

menor valor para ambas amostras e a constante  $K_2$  para a amostra de mix de polpa de maracujá, goma arábica e leite desnatado, ao determinar as isotermas nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C.

Os parâmetros contidos no modelo de Oswin se encontram como previsto pela descrição de Blahovec (2004), pois afirma que  $a > 0$  e  $1 \geq b > 0$ . Observou-se que o parâmetro  $b$  do modelo de Oswin ajustado as isotermas de adsorção do preparado sólido entre os valores de 0,6536 a 0,6966, diminuem à medida que a temperatura se torna superior. Comportamento semelhante foi encontrado por Sawhney et al. (2013) ao secarem soro de leite de búfala em um atomizador rotativo e determinaram as isotermas de adsorção nas temperaturas de 25, 35 e 45 °C, com os respectivos valores de 0,7648, 0,7150 e 0,6256 para a constante  $b$ .

Ao se ajustar o modelo de Smith aos dados do preparado sólido, observou-se um comportamento padrão com aumento da temperatura das isotermas, pois se verificou que as constantes  $a$  e  $b$  diminuem com o aumento da temperatura, entretanto, não foram encontrados valores para estes parâmetros na literatura que se reportassem a tal produto ou equivalente.

Na Figura 4.10 se encontra as isotermas de adsorção de água do preparado sólido para iogurte probiótico de manga mais azeite a 20, 30 e 40 °C, com ajustes pelo modelo de GAB, Peleg, Oswin e Smith. Verificou-se que não houve grande influência da temperatura sobre as isotermas, demonstrado pela proximidade entre as curvas. Nota-se que a isoterma de adsorção apresenta concavidade para o eixo das abscissas até níveis intermediários de  $a_w$ , assumindo uma forma exponencial em  $a_w$  superior a 0,7. Desta forma, observou-se que as isotermas mostram o comportamento típico de material biológico, indicando que a quantidade de água aumenta com o aumento da atividade de água em temperatura constante (AL-MAHASNEH et al., 2010).



**Figura 4.10** – Isotermas de adsorção de água do preparado sólido para iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, com ajustes pelo modelo de GAB, Peleg, Oswin e Smith.

#### 4.5 Caracterização reológica do iogurte

Na Tabela 4.19 tem-se os valores dos parâmetros dos modelos reológicos de Ostwald de-Waelle, Casson e Herschel-Bulkley, ajustados aos dados experimentais das curvas de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação do iogurte de manga mais aceito, nas temperaturas de 5 e 10 °C, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P).

**Tabela 4.19** - Parâmetros dos modelos reológicos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P) do iogurte de manga mais aceito em diferentes temperaturas.

	Temp. (°C)	Parâmetro			$R^2$	P (%)
		K	n			
<b>Ostwald-de-Waelle</b>	5	8,97	0,35		0,93	5,10
	10	7,07	0,38		0,97	9,72
	Temp. (°C)	Parâmetro		$R^2$	P (%)	
		$K_{oc}$	$K_c$			
<b>Casson</b>	5	3,70	0,29	0,90	4,28	
	10	3,20	0,30	0,87	6,43	
	Temp. (°C)	Parâmetro			$R^2$	P (%)
		$\tau_{0H}$	$K_H$	$n_H$		
<b>Herschel-Bulkley</b>	5	-775,96	764,20	0,02	0,99	1,95
	10	-1007,47	991,74	0,01	0,98	3,93

Em que:  $\tau$  - tensão de cisalhamento (Pa);  $\tau_0$ ,  $K_{oc}$  - tensão de cisalhamento inicial (Pa);  $\dot{\gamma}$  - taxa de deformação ( $s^{-1}$ ); K,  $K_H$ ,  $K_M$  - índice de consistência ( $Pa \cdot s^n$ );  $K_c$  - viscosidade plástica de Casson ( $Pa \cdot s$ ); n,  $n_H$ ,  $n_M$  - índice de comportamento do fluido (adimensional);  $K_{OM}$  - raiz quadrada da tensão inicial (Pa);  $n_H$  - índice de comportamento do fluido (adimensional).

Verifica-se que todos os modelos utilizados apresentaram bons ajustes, em razão de haver apresentado coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,87 e desvios percentuais médios (P) inferiores a 10%, indicando que os modelos testados podem ser utilizados para estimar os dados reológicos do iogurte de manga para as condições estudadas, porém o modelo de Herschel-Bulkley foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, pois apresentou menor desvio percentual médio (P).

O modelo de Herschel-Bulkley apresentou coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores aos encontrados pelos demais modelos cujos valores foram superiores a 0,98. Os desvios percentuais médios foram inferiores a 3,93, portanto, com esses resultados

pode-se afirmar que o modelo de Herschel-Bulkley foi o que melhor descreveu o comportamento do iogurte prebiótico de manga nas temperaturas estudadas.

O modelo de Ostwald-de-Waelle apresentou coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,93 e os valores dos desvios percentuais médios (P) inferiores a 10%, sinal que o mesmo pode ser utilizado para estimar os dados reológicos do iogurte de manga nas temperaturas de 5 e 10 °C. Com relação ao índice de consistência (K) do modelo de Ostwald-de-Waelle apresentou diminuição com aumento da temperatura, de forma que o maior valor de K foi 8,97.

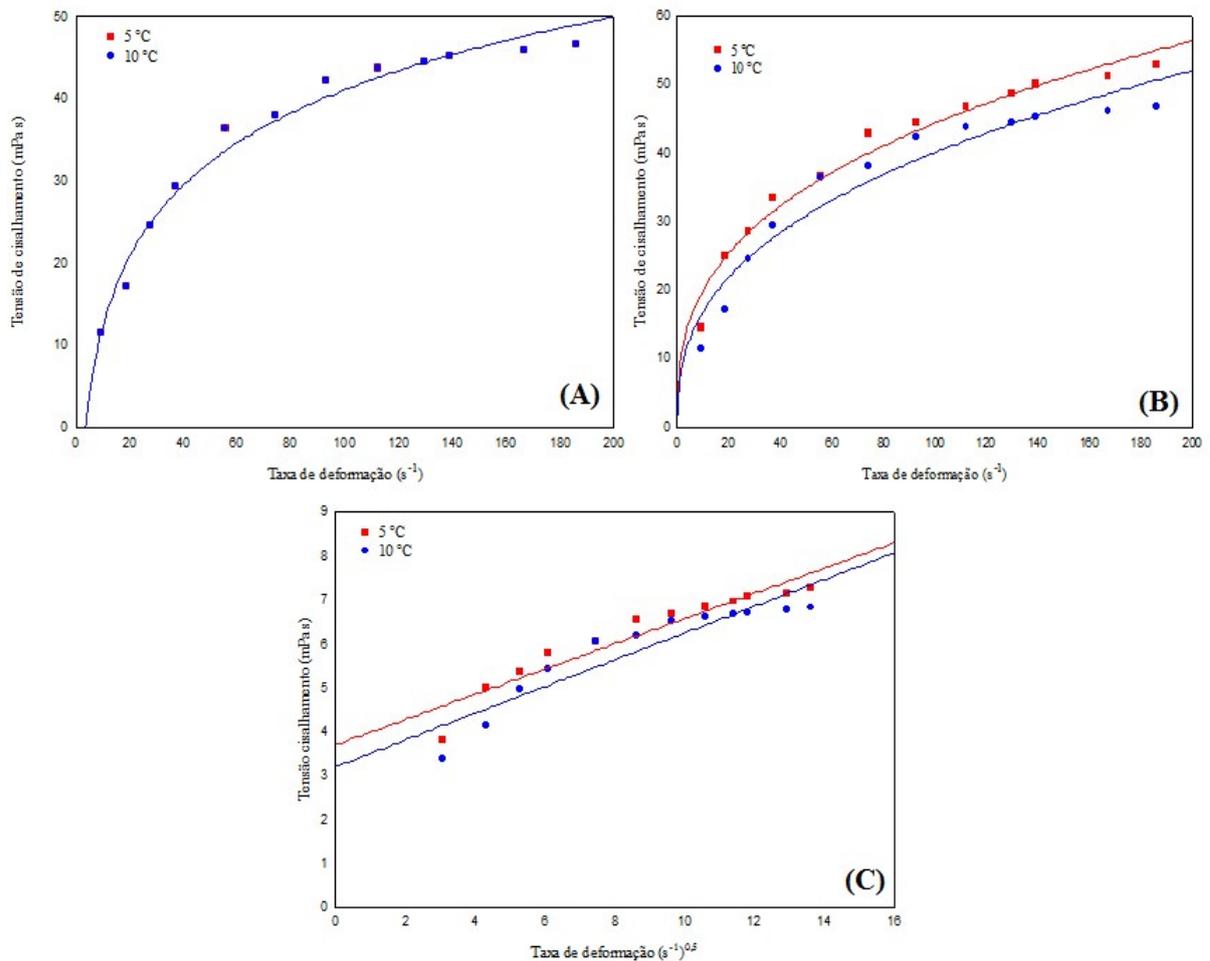
No parâmetro índice de comportamento do fluido (n), constatou-se que todas as amostras apresentaram valores inferiores na faixa entre 0,3 e 0,4. Para Toneli et al. (2005) quando  $n = 1$ , o fluido é newtoniano e quando “n” é diferente da unidade indica fisicamente o grau de desvio do fluido do comportamento newtoniano, logo, se  $n < 1$  o comportamento é pseudoplástico e se  $n > 1$  é dilatante, ou seja, o comportamento do iogurte foi pseudoplástico.

Resultados de índice de comportamento do fluido dentro da faixa encontrada neste estudo, foram encontrados por Cunha et al. (2008), estudando o comportamento reológico de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos em diferentes temperaturas (2, 4, 6 e 8 °C) cujos valores foram entre 0,00 a 0,54.

Para o modelo de Casson, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi superior a 0,87 e desvios percentuais médios (P) inferiores a 6,43%, mostrando bom ajuste do modelo aos dados experimentais. Conforme Silva et al. (2012b) a tensão inicial ( $K_{OC}$ ) diminuiu com o aumento da temperatura, cujo parâmetro representa a tensão que deve ser ultrapassada para que o fluido escoe, na amostra avaliada observou-se que com aumento da temperatura o grau de resistência do fluido ao escoamento diminuiu. O parâmetro  $K_c$  que representa a viscosidade plástica de Casson ( $\text{Pa s}$ )<sup>0,5</sup> aumentou com o aumento da temperatura, os valores obtidos foram entre 0, 2 e 0,3 ( $\text{Pa s}$ )<sup>0,5</sup>. Struch et al. (2015) ao estudarem iogurtes elaborados a partir de leite em pó desnatado com adição de mediadores de grau alimentício (ácido caféico, ácido vanílico, vanilina), verificaram que com o aumento da concentração dos mediadores maiores foram os valores de viscosidade encontradas nos iogurtes.

Na Figura 4.11 tem-se o gráfico dos valores da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para o iogurte prebiótico de manga, nas temperaturas de 5 e 10 °C, com ajustes pelo modelo de Herschel-Bulkley (4.14A), Ostwald-de-Waelle (4.14B) e Casson (4.14C).

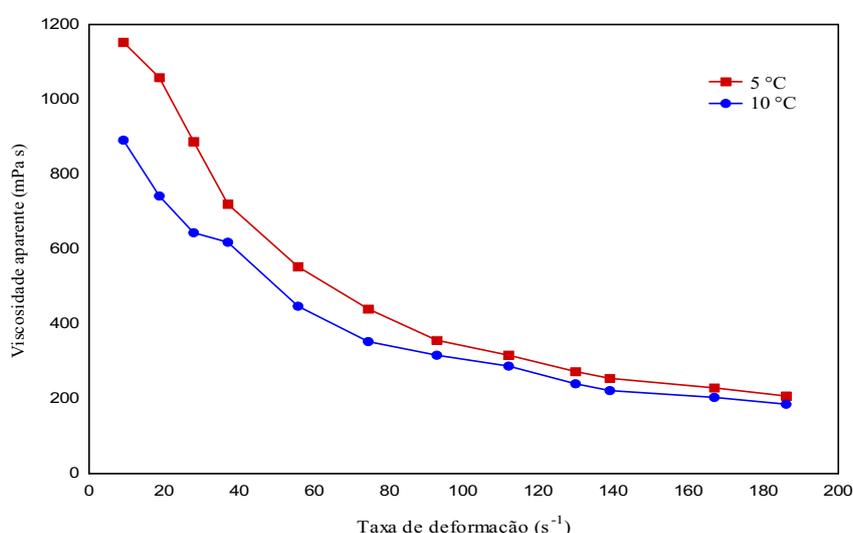
A tensão de cisalhamento inicial ( $\tau_{0H}$ ) para o modelo de Herschel-Bulkley aumentou com o aumento da temperatura, além de ter valores negativos o que faz com que perca o significado físico, em razão de que  $\tau_{0H}$  é a tensão mínima necessária para o fluido começar a escoar (SOUSA et al., 2014). No parâmetro índice de consistência ( $K_H$ ) os valores encontrados apresentaram aumento com o aumento da temperatura, os valores obtidos foram 764,20 e 991,74 Pa s<sup>n</sup>. Valores superiores de índice de consistência foram reportados por Teles e Flores (2007) estudando as características reológicas do iogurte desnatado cujos valores oscilaram de 0,044 a 2,5756 Pa s<sup>n</sup>, e ainda constaram que o modelo que melhor descreveu o comportamento reológico foi o de Herschel-Bulkley quando comparado com os demais modelos ajustados aos dados experimentais.



**Figura 4.11** - Relação da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para diferentes temperaturas com ajustes pelo modelo de Herschel-Bulkley (A), Ostwald-de-Waele (B) e Casson (C).

#### 4.5.1 Comportamento da viscosidade aparente

Na Figura 4.12 se encontram as viscosidades aparentes experimentais do iogurte nas taxas de deformação de 9,3; 18,6; 27,9; 37,2; 55,8; 74,4; 93; 112; 130; 139; 167 e 186  $s^{-1}$  e temperaturas de 5 e 10 °C. Observou-se que nas temperaturas estudadas as viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da taxa de deformação, na temperatura de 10 °C, o iogurte prebiótico de manga apresentou uma viscosidade aparente menor e conseqüentemente, mais fluida, comportando-se como fluidos pseudoplásticos. Ainda de acordo com a Figura 4.15, pode-se afirmar que o iogurte apresentou viscosidade aparente na faixa de 200,00 a 2100,00 mPa s.



**Figura 4.12** - Viscosidades aparentes experimentais do iogurte prebiótico de manga mais aceito nas temperaturas de 5 e 10 °C.

Resultados de viscosidade aparente semelhantes foram encontrados por Guimarães e Calado (2014), ao avaliarem diferentes formulações do iogurte de abacate acrescido de extrato de soja, e verificaram que a viscosidade aparente do iogurte diminuiu com o aumento da velocidade de rotação. Nas velocidades de rotação de 10 a 60 rpm os valores da viscosidade aparente das formulações foram da faixa de 500 a 1000 mPa s.

Resultados aproximados e comportamento reológico semelhantes aos deste estudo, foram encontrados por Nunes et al. (2014) em bebida láctea de soja sabor com polpa de morango em diferentes temperaturas (5 e 10 °C) em função da velocidade de rotação (10 a 200 rpm) cujas viscosidades encontradas na temperatura de 5 °C foram de 735 a 112 mPa s e para a temperatura de 10 °C os valores oscilaram de 621 a 99 mPa s, logo apresentou redução da viscosidade aparente com o aumento da temperatura e da

velocidade de rotação. Resultados aproximados foram reportados por Mathias et al. (2011) estudando o comportamento reológico de iogurte sabor café, a viscosidade aparente foi na faixa de aproximadamente 200,00 a 2000 mPa s, nas taxas de deformação de 0,02 a 100 s<sup>-1</sup> e temperatura de 10 °C. Sakin-Yilmazer et al. (2014) ao estudarem a viscosidade aparente de iogurtes, obtidos da reconstituição do produto em pó, encontraram resultados com variação entre 72,00 e 1369,00 mPa s. Hassan et al. (2015) verificaram que a viscosidade aparente de amostras de iogurte elaborados com mucilagem de semente de agrião, aumentou com o aumento do nível de adição do composto.

## **4.6 Resultados cromatográficos do preparado sólido e iogurte mais aceito**

### **4.6.1 Determinação de açúcares**

Observou-se, na Tabela 4.20, os valores de açúcares encontrados através de cromatografia para as amostras de preparado sólido e o iogurte mais aceito mediante avaliação sensorial.

Verifica-se que o preparado sólido apresentou maior concentração de açúcares (50,44%) em relação ao iogurte (14,07%), o que já se previa, visto que, na elaboração do preparado sólido foi adicionado sacarose além da lactose naturalmente presente no leite, sendo que também o produto é um pó com reduzido teor de água e maior concentração dos constituintes.

A menor concentração de açúcares encontrados no iogurte é decorre do processo de fermentação em que as bactérias lácteas utilizaram os açúcares presente no preparado sólido durante a fermentação para a produção de ácido lático e outros compostos promovendo, desse modo a redução do teor de açúcares no iogurte, outro fator que pode ter influenciado nesse parâmetro é o teor de água do iogurte que é superior ao preparado sólido apresentando assim seus componentes mais diluídos.

Crowley et al. (2014a) ao estudarem as características físicas e propriedades de concentrado proteico de leite em pó verificaram valores de lactose (0,40 e 49,60%) inferiores aos encontrados no preparado sólido para elaboração de iogurte. Hammes et al. (2015) também encontraram valores de lactose (41,22%) inferiores em leite em pó de búfala obtido por secagem por pulverização. Crowley et al. (2014b) verificaram valores entre 0,02 a 4,90% ao estudarem concentrado proteico de leite em pó.

Cruz et al. (2012) encontraram valores bem inferiores de lactose (0,11 a 0,30%), ao estudarem a composição de iogurtes probióticos, o mesmo foi verificado por Xanthopoulos et al. (2012) que publicaram valores de lactose entre 4,60% ao estudarem iogurte probiótico de leite caprino. Rinaldoni et al. (2012) encontraram valores de açúcares entre 5,03 a 10,55% ao estudarem a composição de iogurtes de soja elaborados com diferentes concentrações de inulina.

**Tabela 4.20** - Perfil de açúcares da amostra de preparado sólido e iogurte mais aceito segundo avaliação sensorial.

Açúcares	Concentração (%)	
	Preparado sólido	Iogurte
Sacarose + lactose	50,44	14,07

#### 4.6.2 Determinação de ácidos graxos

Tem-se, na Tabela 4.21, as concentrações de ácidos graxos encontrados nas amostras de preparado sólido e iogurte mais aceito mediante avaliação sensorial.

Verifica-se que foram encontrados 24 tipos de ácidos graxos, dos quais 11 saturados, 6 monoinsaturados e 7 poli-insaturados com destaque para os ácidos graxos saturados ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0) e o monoinsaturado ácido oleico (C18:1 cis-9), que se apresentaram em maior concentração em relação aos demais, tanto para o preparado sólido como para o iogurte, sendo que desses os saturados foram encontrados em maior concentração no preparado sólido e o monoinsaturado (ácido oleico) no iogurte no entanto com valores próximo.

Os ácidos graxos saturados mirístico, palmítico e esteárico são, segundo Menezes et al. (2014), os de maior importância para a saúde humana. Dentre esses, os ácidos mirístico e palmítico são considerados hipercolesterolêmicos (ARRIGONI et al., 2007) enquanto o ácido esteárico, apesar de ser saturado, não é considerado aterogênico, ou hipercolesterolêmico, uma vez que, no organismo é rapidamente convertido em ácido oleico (SCHAEFER, 2002).

**Tabela 4.21** - Perfil de ácidos graxos da amostra de preparado sólido e iogurte mais aceito.

<b>Nomenclatura usual</b>		<b>Preparado sólido</b>	<b>Iogurte</b>
<b>Ácidos graxos saturados (AGS)</b>		<b>Concentração (%)</b>	
Ácido caprílico	<b>C8:0</b>	0,08	0,03
Ácido cáprico	<b>C10:0</b>	1,47	1,14
Ácido láurico	<b>C12:0</b>	2,36	1,92
Ácido mirístico	<b>C14:0</b>	9,62	8,39
Ácido pentadecílico	<b>C15:0</b>	1,18	1,17
Ácido palmítico	<b>C16:0</b>	31,92	29,19
Ácido margárica	<b>C17:0</b>	0,81	0,73
Ácido esteárico	<b>C18:0</b>	17,82	17,54
Ácido araquídico	<b>C20:0</b>	0,25	0,28
Ácido heneicosanóico	<b>C21:0</b>	0,07	0,07
Ácido behênico	<b>C22:0</b>	0,13	0,16
<b>Ácidos graxos monoinsaturados (AGM)</b>		<b>Concentração (%)</b>	
Ácido miristoleico	<b>C14:1 cis-9</b>	0,61	0,60
Ácido pentadecaenóico	<b>C15:1 cis-10</b>	0,29	0,28
Ácido palmitoleico	<b>C16:1 cis-9</b>	1,47	1,64
Ácido oleico	<b>C18:1 cis-9</b>	22,26	26,14
Ácido vacênico	<b>C18:1 cis-11</b>	3,60	4,64
Ácido gadoléico	<b>C20:1 cis-9</b>	0,11	0,12
<b>Ácidos graxos poli-insaturados (AGP)</b>		<b>Concentração (%)</b>	
Ácido linoleico	<b>C18:2 n-6</b>	3,65	2,64
Ácido linolelaídico	<b>C18:2 n-6 trans</b>	0,50	0,61
Ácido $\alpha$ linolênico	<b>C18:3 n-3</b>	0,48	0,77
Ácido $\gamma$ linolênico	<b>C18:3 n-6</b>	0,25	0,45
Ácido eicosatrienóico	<b>C20:3 n-3</b>	0,18	0,15
Ácido dihomo- $\gamma$ -linolênico	<b>C20:3 n-6</b>	0,15	0,09
Ácido linoleico conjugado	<b>CLA</b>	0,76	1,24

Dentre os ácidos graxos poli-insaturados encontrados, o ácido linoleico (C18:2 n-6) foi o que mais se destacou com valores de 2,64% para o iogurte e de 3,65% para o preparado sólido, já o ácido dihomo- $\gamma$ -linolênico (C20:3 n-6), foi o que apresentou as menores porcentagens tanto para o preparado sólido (0,15%) como para o iogurte (0,09%). Segundo Varela et al. (2004), diferentes ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana.

Páez et al. (2006) encontraram valores de 1,07; 2,14; 3,32; 5,46; 20,15; 18,93 mg/100g em leite em pó produzido durante o inverno para os ácidos graxos cáprilico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico e esteárico, respectivamente.

Serafeimidou et al. (2012), ao pesquisarem a composição de iogurtes gregos tradicionais e desnatados, encontraram valores semelhantes para os ácidos graxos C14:0 (8,93 - 18,09%), C15:0 (1,18 - 1,91%), C16:0 (27,46 - 40,11%), C17:0 (0,61 - 1,16%), C20:0 (0,14 - 0,36%), C21:0 (0,00 - 0,26%), C22:0 (0,06 - 0,35%), C18:2 n-6 trans (0,26 - 0,79%), C18:3 n-3 (0,29 - 0,91%), C20:3 n-3 (0,02 - 0,58%), C20:3 n-6 (0,02 - 0,45%). Mas também encontraram valores superiores para C8:0 (1,18 - 2,28%), C10:0 (3,23 - 4,96%) e C12:0 (3,39 - 5,58%) e inferiores para os C18:0 (8,17 - 12,33%), C18:1 cis-9 (1,79 - 21,52%) e C18:3 n-6 (0,04 - 0,27%).

Já Serafeimidou et al. (2013) ao estudarem a composição de ácidos graxos em iogurtes encontraram valores superiores para os ácidos graxos C8:0 (1,76%), C10:0 (4,11%), C12:0 (4,62%), C14:0 (13,49%) e C16:0 (34,93%) e inferiores para C15:0 (0,01%), C17:0 (0,71%), C18:0 (8,75%), C:20:0 (0,06%), C21:0 (0,01%), C22:0 (0,15%), C18:1 cis-9 (20,66%), C18:2 n-6 trans (0,20%), C18:3 n-3 (0,01%), C18:3 n-6 (0,02%), C20:3 n-3 (0,04%), C20:3 n-6 (0,04%) e CLA (0,41%).

#### **4.6.3 Determinação de ácidos orgânicos**

Verificam-se na Tabela 4.22, as concentrações de ácidos orgânicos encontrados nas amostras de preparado sólido e iogurte mais aceitos mediante avaliação sensorial.

Observou-se que o iogurte apresentou as maiores concentrações para todos os ácidos encontrados em relação ao preparado sólido, com destaque para os ácidos láctico (0,75%), pirúvico (0,52%) e acético (0,61%) encontrados em maior concentração, este comportamento já era esperado, visto que, o iogurte passou pelo processo de fermentação e conseqüentemente ocorre a produção de uma maior concentração de ácidos orgânicos em relação ao preparado sólido.

A presença não apenas de ácido láctico em maior concentração no iogurte, mas também de outros compostos, era esperada, visto que, durante a fermentação do iogurte há produção de ácido láctico como produto principal mas também existe a formação de outros compostos. Segundo Robert (2008) no início da fermentação a acidez do leite favorece o crescimento dos *S. thermophilus* que, libera ácido fórmico e estimula o crescimento do *L. bulgaricus*, que por sua vez, promove a produção de acetaldeído seguido por acetona, 2 – butanona, diacetil e acetoína responsáveis pelas características sensoriais do produto com destaque para o desenvolvimento do aroma agradável do iogurte.

Cruz et al. (2012) ao estudarem o efeito da adição da glicose-oxidase na composição de iogurtes probióticos, encontraram valores de ácido acético entre 0,16 a 0,27% e de ácido láctico entre 0,30 a 0,41%, valores esses inferiores aos encontrados para o iogurte de manga estudado na presente pesquisa. O mesmo foi verificado por Cruz et al. (2013b), que ao trabalharem com a estabilidade de iogurtes probióticos, encontraram baixos valores de ácido láctico (0,12 a 0,30%) e de ácido acético entre 0,03 a 0,15%, valor superior foi relatado por Tamjidi et al. (2014), que encontraram valores de ácido láctico entre 0,77 a 0,97% ao pesquisarem as propriedades físico-químicas de iogurte enriquecido com óleo de peixe microencapsulado.

**Tabela 4.22** - Perfil de ácidos orgânicos da amostra de preparado sólido e iogurte mais aceito mediante avaliação sensorial.

Ácidos orgânicos	Concentração (%)	
	Preparado sólido	Iogurte
Ácido oxálico	0,01	0,04
Ácido pirúvico	0,23	0,52
Ácido fórmico	0,12	0,26
Ácido acético	0,21	0,61
Ácido láctico	0,30	0,75

## 5 CONCLUSÕES

- A polpa de manga e o leite utilizado para a elaboração dos preparados sólidos se enquadraram dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira;
- Os preparados sólidos não apresentaram presença de contaminação microbiana, atestando que foi eficiente o controle de qualidade e de higiene durante o processamento;
- Os preparados sólidos apresentaram baixos valores de teor de água, atividade de água e acidez e quantidades consideradas de cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e calorias, no entanto o pH próximo da neutralidade;
- A variável independente polpa influenciou significativamente nos parâmetros de cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos, calorias e atividade de água, já a variável açúcar influenciou significativamente em todos os parâmetros analisados nos preparados sólidos;
- Os preparados sólidos apresentaram elevados índices de luminosidade (78,65 a 81,68) e solubilidade (77,29 a 88,11), baixos de intensidade de vermelho (0,74 a 2,15) e molhabilidade (0,0002 a 0,0004 g/s) e significativos de intensidade de amarelo (18,87 a 32,92), além de elevadas concentrações de cálcio (326,38 a 644,97 mg/100g), fósforo (125,43 a 206,67 mg/100g) e potássio (185,29 a 290,19 mg/100g);
- Os iogurtes foram classificados como parcialmente desnatados segundo o teor de gordura e se enquadraram dentro de todos os parâmetros microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação com exceção do teor de proteínas que ficou abaixo do mínimo recomendado;
- As variáveis de entrada polpa e açúcar, influenciaram significativamente nos parâmetros de teor de água, cinzas, lipídeos, carboidratos, extrato seco total, extrato seco desengordurado e sinérese, já o teor de proteínas, valor calórico e pH, foram influenciados apenas pela concentração de polpa e a acidez e atividade de água não sofreram alterações significativas por nenhuma das variáveis;
- Os iogurtes elaborados com a maior concentração de polpa foram os mais aceitos sensorialmente com destaque para a amostra elaborada com a maior concentração

tanto de polpa como de açúcar que apresentou o maior índice de aceitabilidade (80,47%);

- As variáveis de entrada polpa e açúcar influenciaram significativamente nos atributos sensoriais dos iogurtes de consistência, sabor, impressão global e intenção de compra, já os atributos de cor, aparência, aroma, gosto ácido e doçura, foram influenciados apenas pela polpa;
- Todos os modelos matemáticos encontrados para os parâmetros trabalhados com o planejamento experimental, foram de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%;
- As isotermas adsorção de água revelaram que o preparado sólido é muito higroscópico com comportamento das curvas do tipo III típico de material biológico açucarado e que o modelo matemático mais recomendado na predição do equilíbrio higroscópico foi o de GAB;
- Todos os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais da reologia do iogurte mais aceito, apresentaram bons ajustes, porém o modelo de Herschel-Bulkley foi o que melhor se ajustou e apresentou menor desvio percentual médio;
- A viscosidade aparente do iogurte diminuiu com o aumento da taxa de deformação, comportando-se como fluido pseudoplástico;
- O preparado sólido mais aceito apresentou maior concentração de açúcares que o iogurte em que, por sua vez apresentou maiores concentrações de ácidos orgânicos que o preparado sólido;
- O iogurte mais aceito, tal como seu preparado sólido apresentaram uma grande variedade de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, com destaque para os ácidos graxos saturados mirístico, palmítico e esteárico e o monoinsaturado oleico, que se apresentaram em maior concentração.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12994**: Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas. São Paulo, 1993. 2p.

ABDENOURI, N.; IDLIMAM, A.; KOUHILA, M. Sorption isotherms and thermodynamic properties of powdered milk. **Chemical Engineering Communications**, v.197, n.8, p.1109–1125, 2010.

ABDALLAH, M. Guar gum as corrosion inhibitor for carbon steel in sulfuric acid solutions. **Portugaliae Electrochimica Acta**, v.22, n.2, p.161-175, 2004.

ACHAYUTHAKAN, P.; SUPHANTHARIKA, M. Pasting and rheological properties of waxy corn starch as affected by guar gum and xanthan gum. **Carbohydrate Polymers**, v.71, n.1, p.9–17, 2008.

ALFONZO, E.P.M.; POZZA, M.S.S.; ZAMBOM, M.A.; COSTA, P.B.; POZZA, P.C.; MADRONA, G.S. Caracterização microbiológica da qualidade do leite coletado em tanques de expansão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.67, n.388, p.48-52, 2012.

AL-MAHASNEH, M.A.; RABABAH, T.M.; AL-U'DATT, M.H.; YANG, W. Moisture adsorption thermodynamics of fractionated sesame hulls (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Food Process Engineering**, v.33, n.5, p.802–819, 2010.

ANDRADE, R.D.; LUMES, R.; PÉREZ, C.E. Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations. **Revista de la Facultad de Química Farmaceutica**, v.18, n. 3, p.325-334, 2011.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, WILLIAMS, S. (Ed.) 14<sup>a</sup> ed, Arlington, 1997. 1041p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, USA, 18<sup>a</sup> ed, 3<sup>a</sup> Revisão, Washington, 2010. 1094p.

APHA - American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4 ed. Washington, 2001. 676p.

APPELQVIST, I.A.M.; DEBET, M.R.M. Starch–biopolymer interactions – A review. **Food Reviews International**, v.13, n.2, p.163–224, 1997.

ARAÚJO, C.G.F.; RANGEL, A.H.N.; MEDEIROS, H.R.; MENDES, C.G.; ABRANTES, M.R.; SOUSA, E.S.; SILVA, J.B.A. Avaliação qualitativa do leite pasteurizado tipo A, B, e C comercializado em Natal, RN. **Arquivos do Instituto de Biológico**, v.79, n.2, p.283-286, 2012.

ARAÚJO, L.V.; SILVA, S.P. Agricultura familiar, dinâmica produtiva e estruturas de mercado na cadeia produtiva do leite: elementos para o desenvolvimento territorial no Noroeste de Minas. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.10, n.1, p.52-79, 2014.

ARRIGONI, M. D. B.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; MOTA, M. D. S. Potencial dos grupamentos genéticos para produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: REQUISITOS DE QUALIDADE NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 6., 2007, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba: Fundação de Estudos AgráriosLuiz de Queiroz, 2007. p. 115-144.

BADARÓ, A.C.L.; ARAÚJO, T.F.; CARVALHO, A.F. Análise da contaminação microbiana, mesófilos proteolíticos e lactofermentadores do leite cru comercializado no município de Ipatinga. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v.62, n.357, p.293-299, 2007.

BALDISSERA, A.C.; BETTA, F.D.; PENNA, A.L.B.; LINDNER, J.D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.

BARBOSA, M.I.M.J.; SANTOS, R.B.; CHARÃO, K.S.; SOUTO, R.M.; BARBOSA JÚNIOR, J.L. Desenvolvimento e análise sensorial de gelatina elaborada com frutas liofilizadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.2, p.129-136, 2013.

BATISTA, A.G.; OLIVEIRA, B.D.; OLIVEIRA, M.A.; GUEDES, T.J.; SILVA, D.F.; PINTO, N.A.V.D. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.4, p.49-54, 2013.

BELO, G.M.S.; DINIZ, A.S.; PEREIRA, A.P.C. Efeito terapêutico da fibra goma guar parcialmente hidrolisada na constipação intestinal funcional em pacientes hospitalizados. **Arquivos Gastroenterologia**, v.45, n.1, p.93-95, 2008.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J.A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-503, 1998.

BENEVIDES, S.D.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.C.; CASTRO, V.C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.571-578, 2008.

BEZERRA, T.S.; COSTA, J.M.C.; AFONSO, M.R.A.; MAIA, G.A.; CLEMENTE, E. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p.278-283, 2011.

BEZERRA, M.; ARAUJO, A.; SANTOS, K.; CORREIA, R. Caprine frozen yoghurt produced with fresh and spray dried jambolan fruit pulp (*Eugenia jambolana* Lam) and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BI-07. **LWT - Food Science and Technology**, v.62, n.2, p.1099-1104, 2015.

BHANDARI, B.R.; DATTA, N.; D'ARCY, B.R.; RINTOUL, G.B. Co-crystallization of honey with sucrose. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.31, n.2, p.138-142, 1998.

BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A.; JUSKIEWICZ, J.; WRÓBLEWSKA, M. Effect of non-digestible oligosaccharides on gut microecosytem in rats. **Food Reserch International**, v.35, n.2/3, p.139-144, 2002.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v.65, n.4, p.489-495, 2004.

BOMFIM, M.P.; LIMA, G.P.P.; JOSÉ, A.R.S.; REBOUÇAS, T.N.H.; CHATZIVAGIANNIS, M.A.F.; SOUZA, I.V.B. Caracterização físico-química de manga cv Bourbon submetidas à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.10, n1, p.26-35, 2009.

BORGES, C.D.; VENDRUSCOLO, C.T. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.29, n.2, p.171-188, 2008.

BORGES, K.C.; MEDEIROS, A.; CORREIA, R. Iogurte de leite de búfala com calda de umbu. **Higiene Alimentar**, v.23, n.176/177, p.89-94, 2009.

BRAGA, A.C.C.; ASSIS NETO, E.F.; VILHENA, M.J.V. Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão (*Garcinia mangostana* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.77-84, 2012.

BRAGA, M.B. **Obtenção de mistura leite-amora preta em pó por secagem em leite de jorro**. 2014. 187f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas-SP. 2014.

BRANDÃO, S.C.C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 37, p. 64-66, 2002.

BRANDÃO, L.V.; ESPERIDIÃO, M.C.A.; DRUZIAN, J.I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros**, v.20, n.3, p.175-180, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 76 de 27 de novembro de 1986. Aprova os métodos analíticos que passam a constituir padrões oficiais para análise de Bebidas e Vinagres. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1986. 03 de dezembro de 1986, seção I, p.18152-18173.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite em pó. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 Mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01 de 7 Janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 Jan. 2000, Seção I, p.54-58.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. **Rotulagem nutricional obrigatória**: manual de orientação às indústrias de Alimentos. 2º Versão. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.62, de 29 de dezembro de 2011. Aprovar o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e

seu Transporte a Granel. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 30 dez. 2011, Seção 1.

BRITO, L.R.; BORGES, P.R.S.; SIEBENEICHLER, S.C.; CARVALHO, E.E.N.; LEAL, T.C.A.B. Effect of storage temperature and sanitation form on the quality of 'Tommy Atkins' mangoes produced at in Peixe-Tocantins State. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.1, p.32-39, 2013.

BÜRGER, K.P.; CARVALHO, A.C.F.B.; COLEONE, A.C.; VIDAL-MARTINS, A.M.C.; CORTEZ, A.L.L.; BÜRGER, C.P.; FERREIRA, L.M. Características microbiológicas de leite integral e bebida láctea processados por uat (ultra alta temperatura) ao longo do período de validade. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.78, n.1, p.129-136, 2011.

CAI, Y.Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v.65, n.6, p.1248-1252, 2000.

CAIS-SOKOLINSKA, D.; PIKUL, J. Use of colour measurement to evaluate yogurt quality during storage. **Italian Journal of Food Science**, v.18, n.1, p.63-71, 2006.

CALDAS, Z.T.C.; ARAÚJO, F.M.M.C.; MACHADO, A.V.; ALMEIDA, K.L.A. Investigação de qualidade das polpas de frutas congeladas comercializadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.4, p.156-163, 2010.

CALDEIRA, L. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; FONSECA, C. M.; MELO, L. M.; CRUZ, A. G.; OLIVEIRA, L. L. S. Characterization of milk commercialized in Janaúba-MG. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.2, p.191-195, 2010.

CAMPOS, M.M. **Análise da escoabilidade de pós**. 2012. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2012.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, C. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its

functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.6, n.4, p.420-428, 2005.

CANO-HIGUITA, D.M.; VILLA-VÉLEZ, H.A.; TELIS-ROMERO, J.; VÁQUIRO, H.A.; TELIS, V.R.N. Influence of alternative drying aids on watersorption of spray dried mango mix powders:A thermodynamic approach. **Food and Bioproducts Processing**, v.93, p.19-28, 2015.

CAPITANI, C.; HAUSCHILD, F.A.D.; FRIEDRICH, C.J.; LEHN, D.N.; SOUZA, C.F.V. Caracterização de iogurtes elaborados com probióticos e fibra solúvel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.8, n.2: p.1285-1300, 2014.

CAPRISTE, G.H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorptional equilibrium data for starchcontaining foodstuffs. **Journal of Food Science**, v.47, n.5, p.1501-1507, 1982.

CARVALHO, I.; SOUZA, M.; PORCU, O.M. Avaliação sensorial de iogurtes de uva adicionados de sais de cálcio e zinco. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v.1, n.2, p.125-128, 2010.

CATELAM, K.T. **Estudo da influência da proporção de um “mix” leite/polpa de maracujá na produção de pó obtido por três diferentes métodos de secagem**. 2010. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2010.

CATELAM, K.T.; TRINDADE, C.S.F.; ROMERO, J.T. Isotermas de adsorção e calor isostérico de sorção de polpa de maracujá desidratada por spray dryer e liofilizador com aditivos e leite desnatado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1196-1203, 2011.

CAVALCANTI, M.T.; SILVA, V.C.; COSTA, T.S.; FLORÊNCIO, I.M.; FLORENTINO, E.R. Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.5, p.80-83, 2011.

CHAITO, C.; JUDPRASONG, K.; PUWASTIEN, P. Inulin content of fortified food products in Thailand. **Food Chemistry**, v.3, n.1, p. 430-440, 2014.

CHAUHAN, A.K.; PATIL, V. Effect of packaging material on storage ability of mango milk powder and the quality of reconstituted mango milk drink. **Powder Technology**, v.239, n.1, p.86-93, 2013.

CHERMESH, I.; ELIAKIM, R. Probiotics and the gastrointestinal tract: where are we in 2005. **World Journal of Gastroenterology**, v.12, n.6, p.853-857, 2006.

CIRIBELI, J.P.; CASTRO, L.S. Descrição da cadeia produtiva do iogurte: um estudo de caso realizado no Laticínio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba. **Revista Gestão Empresarial**, v.1, n.1, p.75-87, 2011.

CODAGNONE, A.; HECHENLEITNER, A.W.; PINEDA, E.; CAVALCANTI O. Goma guar fosfatada: potencial excipiente no desenvolvimento de filmes isolados de etilcelulose. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v.23, n.4, p.448-452. 2004.

COHEN, G.; AGUIRRE, C.; VERA, B.F. **Cultivos subtropicales palta y mango: producción y análisis de mercado**. Buenos Aires: INTA, 2001. 38p.

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

CUNHA, T.M.; CASTRO, F.P.; BARRETO, P.L. M.; BENEDET, H.D.; PRUDÊNCIO, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008.

CRISPÍN-ISIDRO, G.; LOBATO-CALLEROS, C.; ESPINOSA-ANDREWS, H.; ALVAREZ-RAMIREZ, J.; VERNON-CARTER, E.J. Effect of inulin and agave

fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT - Food Science**, v. 62, n.1, p.438–444, 2015.

CROWLEY, S.C.; GAZI, I.; KELLY, A.L.; HUPPERTZ, T.; O'MAHONY, J.A. Influence of protein concentration on the physical characteristics and flow properties of milk protein concentrate powders. **Journal of Food Engineering**, v.135, p.31-38, 2014a.

CROWLEY, S.V.; MEGEMONT, M.; GAZI, I.; KELLY, A.L.; HUPPERTZ, T.; O'MAHONY, J.A. Heat stability of reconstituted milk protein concentrate powders. **International Dairy Journal**, v.37, p.104-110, 2014b.

CRUZ, M.J.S.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M.E.S.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, N. Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira cv. Tommy Atkins. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.428-433, 2010a.

CRUZ, A.G.; CADENA, R.S.; WALTER, E.H.M.; MORTAZAVIAN, A.M.; GRANATO, D.; FARIA, J.A.F.; BOLINI, H.M.A. Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.9, n.4, p.358-373, 2010b.

CRUZ, A.G.; CASTRO, W.F.; FARIA, J.A.F.; BOGUSZ JR, S.; GRANATO, D.; CELEGUINI, R.M.S.; LIMA-PALLONE, J.; GODOY, H.T. Glucose oxidase: A potential option to decrease the oxidative stress in stirred probiotic yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v.47, n.2, p.512-515, 2012.

CRUZ, A.G.; CADENA, R.S.; ALVARO, M.B.V.B.; SANT'ANA, A.S.; OLIVEIRA, C.A.F.; FARIA, J.A.F.; BOLINI, H.M.A.; FERREIRA, M.M.C. Assessing the use of different chemometric techniques to discriminate low-fat and full-fat yogurts. **LWT - Food Science and Technology**, v.50, n.1, p.210-214, 2013a.

CRUZ, A.G.; CASTRO, W.F.; FARIA, J.A.F.; BOLINI, H.M.A.; CELEGHINI, R.M.S.; RAICES, R.S.L.; OLIVEIRA, C.A.F.; FREITAS, M.Q.; CONTE JÚNIOR,

C.A.; MÁRSICO, E.T. Stability of probiotic yogurt added with glucose oxidase in plastic materials with different permeability oxygen rates during the refrigerated storage. **Food Research International**, v.51, n.2, p.723–728, 2013b.

DAVANÇO, F.V.; HARA, E.T.; SATO, R.T.; SIVIERI, K.; COSTA, M.R.; RENSIS, C.M.V.B. Avaliação do efeito do tratamento térmico na capacidade de retenção de água do iogurte através da metodologia de superfície de resposta. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.64, n.369, p.3-7, 2009.

DUALDO, L.C.S.; CASAROTTI, S.N.; PAULA, A.T.; MELO, R.T.; ROSSI, D.A. Avaliação da pós-acidificação e viabilidade de bactérias lácticas utilizando o método convencional e o sistema compact Dry® tc durante estocagem refrigerada de iogurtes. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v.65, n.374, p.33-40, 2010.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ª ed. Curitiba-PR: Editora Universitária Champagnat, 2011. 426p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário do estado da Paraíba 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pb&tema=pecuaria2013>. Acesso 11 Mai 2015.

EASTMAN, J.E.; MOORE, C.O. **Cold water soluble granular starch for gelled food composition**. U.S. Patent 4465702, 1984.

FADELA, C.; ABDERRAHIM, C.; AHMED, B. Physico-chemical and rheological properties of yoghurt manufactured with ewe's milk and skim milk. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.9, p.1938-1942, 2009.

FAGNANI, R.; BATTAGLINI, A.P.P.; BELOTI, V.; SCHUCK, J.; SEIXAS, F.N.; CARRARO, P.E. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite em função da sazonalidade. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.69, n.3, p.173-180, 2014.

FARAONI, A.S.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.C. Caracterização da manga orgânica cultivar ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, n.1, p.9-14, 2009.

FARIA, C.P.; BENEDET, H.D.; GUERROUE, J.L.L. Parâmetros de produção de leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.511-516, 2006.

FAROOQ, H.; HAQUE, Z.U. Effect of sugar esters on the textural properties of nonfat low calorie yogurt. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.10, p.2676-2680, 1992.

FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C. ALMEIDA, A.M.; GALLI, J.A.; BERTANI, R.M.A.; JERÔNIMO, E.M. Doenças pós-colheita em variedades de manga cultivadas em pindorama, São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.352-359, 2009.

FLAMMANG, A.N.; KENDALL, D.M.; BAUMGARTNER, C.J.; SLAGLE, T.D.; CHOE, Y.S. Effect of a viscous fiber bar on postprandial glycemia in subjects with type 2 diabetes. **Journal of the American College of Nutrition**, v.25, n.5, p.409-414, 2006.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

FONSECA, C.R.; BENTO, M.S.G.; OLIVEIRA, C.A.F. Physical properties of goat milk powder with soy lecithin added before spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, n.3, p.608-611, 2011.

FONSECA, C.R.; BORDIN, K.; FERNANDES, A.M.; RODRIGUES, C.E.C.; CORASSIN, C.H.; CRUZ, A.G.; OLIVEIRA, C.A.F. Storage of refrigerated raw goat milk affecting the quality of whole milk powder. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.4716-4724, 2013.

FRANÇOISE, K.A.; KABLAN, T.; KAMENAN, A.; LAGAÚDE, A. Rheological and Biochemical Properties of Acidified Milk / Pectin Co-Gels. **European Journal of Scientific Research**. v.25, n.4, p.584-596, 2009.

FREITAS, W.C.; TRAVASSOS, A.E.R.; MACIEL, J.F. Avaliação microbiológica e físico-química de leite cru e queijo de coalho produzidos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.1, p.35-42, 2013.

FREUDIG, B.; HOGEKAMP, S.; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical Engineering and Processing**, v.38, n.4-6, p.525-532, 1999.

GARCÍA-PASCUAL, P.; SANJUAN, N.; MELIS R.; MULET, A. Morchella esculenta (morel) rehydration process modelling. **Journal of Food Engineering**, v.72, n.4, p.346-353, 2006.

GIESE, S.; COELHO, S.R.M.; TÊO, C.R.P.A.; NÓBREGA, L.H.P.; CHRIST, D. Caracterização físico-química e sensorial de iogurtes comercializados na região oeste do Paraná. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v.1, n.1, p.121-129, 2010.

GIL, J.; MURATONA, S.; YACANTO, P.; SOTERAS, E.M.; ABACA, C.; SUSTERSIC, M.G. Isotermas de adsorción y desorción de agua en leche descremada en polvo. **Avances en Ciencias e Ingeniería**. v.4, n.1, p.51-59, 2013.

GOMES, C.R.; VISSOTO, F.Z. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e *light* em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.614-623, 2007.

GOMES, R.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de requeijão cremoso potencialmente prebiótico pela adição de inulina e proteína de soja. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.28, n.2, p.289-302, 2010.

GOMES, L.M.M.; PETITO, N.; COSTA, V.G.; FALCÃO, D.Q.; ARAÚJO, K.G.L. Inclusion complexes of red bell pepper pigments with  $\beta$ -cyclodextrin: Preparation,

characterisation and application as natural colorant in Yogurt. **Food Chemistry**, v.148, n.1, p.428–436, 2014.

GOULA, A.M.; ADAMOPOULOS, K.G. Spray drying of tomato pulp: effect of feed concentration. **Drying Technology**, v.22, n.10, p.2309-2330, 2004.

GOULA, A.M.; KARAPANTSIOS, T.D.; ACHILIAS, D.S.; ADAMOPOULOS, K.G. Water sorption isotherms and glass transition temperature of spray dried tomato pulp. **Journal of Food Engineering**, v.85, n.1, p.73-83, 2008.

GRABOWSKI, N.T.; AHLFELD, B.; BRIX, A.; HAGEMANN, A.; MÜNNCHHAUSEN, C.V.; KLEIN, G. Similarities and differences among fluid milk products: traditionally produced, extended shelf life and ultrahigh-temperature processed. **Food Science and Technology International**, v.19, n.3, p.235–241, 2014.

GUERRA, R.B.; NEVES, E.C.A.; PENA.R.S. Caracterização e processamento de leite bubalino em póem secador por nebulização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.443-447, 2005.

GUIMARÃES, D. H.P.; CALADO, A. R. Viabilidade da utilização da polpa de abacate, acrescida do extrato de soja, na elaboração de iogurte: análises reológicas e sensorial. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 5, n. 3, p. 16-22, dez, 2014.

GULARTE, M.A. **Análise sensorial**. Ed. Universitária da Universidade Federal de Pelotas, 2009. 66p.

GUGGISBERG, D.; CUTHBERT-STEVEN, J.; PICCINALI, P.; BUTIKOFER, U.; EBERHARD, P. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. **International Dairy Journal**, v.19, n.2, p.107–115, 2009.

GÜNDOĞDU, E.; ÇAKMAKÇI, S.; DAĞDEMİR, E. The effect of garlic (*Allium sativum* L.) on some quality properties and shelf-life of set and stirred yoghurt. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.33, n.1, p.27-35, 2009.

HAMMES, M.V. **Estudo da influência da adição de lecitina de soja na molhabilidade de leite de búfala obtido por spray-drying**. 2013, 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

HAMMES, M.V.; ENGLERT, A.H.; NOREÑA, C.P.Z.; CARDOZO, N.S.M. Study of the influence of soy lecithin addition on the wettability of buffalo milk powder obtained by spray drying. **Powder Technology**, v.277, p.237-243, 2015.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, n.6, p.475-476, 1973.

HASSAN, L.K.; HAGGAG, H.F.; ELKALYOUBI, M.H.; EL-AZIZ, M.A.; EL-SAYED, M.M.; SAYED, A.F. Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum. **Annals of Agricultural Science**, v.60, n.1, p.21–28, 2015.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed. 1ª ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

IGLESIAS, H.; CHIRIFE, J. Prediction of the effect of temperature on water sorption isotherms of food material. **Journal of Food Technology**, v.11, n.2 p.109-116, 1976.

ILLUPAPALAYAM, V.V.; SMITH, S.C.; GAMLATH, S. Consumer acceptability and antioxidant potential of probiotic-yogurt with spices. **LWT - Food Science and Technology**, v.55, n.1, p.255-262, 2014.

JERVIS, M.G.; SMITH, T.J.; DRAKE, M.A. Short communication: The influence of solids concentration and bleaching agent on bleaching efficacy and flavor of sweet whey powder. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.2294–2302, 2015.

JORGENSEN, C.E.; ABRAHAMSEN, R.K.; RUKKE, E.O.; JOHANSEN, A.G.; SCHÜLLER, R.B.; SKEIE, S.B. Improving the structure and rheology of high protein,

low fat yoghurt with undenatured whey proteins. **International Dairy Journal**, v.47, p.6-18, 2015.

KAILASAPATHY, K.; HARMSTORF, I.; PHILLIPS, M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis ssp.lactis* in stirred fruit yogurts. **LWT - Food Science and Technology**, v.41, n.7, p.1317-1322, 2008.

KAWAGUTI, H.Y.; SATO, H.H. Produção de isomaltulose, um substituto da sacarose, utilizando glicosiltransferase microbiana. **Química Nova**, v.31, n.1, p.134-143, 2008.

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

KHAN, N.; JEONG, S.I.; HWANG, I.M.; KIM, J.S.; CHOI, S.H.; Eun Yeong NHO, E.Y.; CHOI, J.Y.; PARK, K.S.; KIM, K.S. Analysis of minor and trace elements in milk and yogurts by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). **Food Chemistry**, v.147, n.15, p.220–224, 2014.

KHOURY, D.E.; BROWN, P.; SMITH, G.; BERENGUT, S.; PANAHI, S.; KUBANT, R.; ANDERSON, G.H. Increasing the protein to carbohydrate ratio in yogurts consumed as a snack reduces post-consumption glycemia independent of insulin. **Clinical Nutrition**, v.33 n.1, p.29-38, 2014.

KIM, Y.; LOUNDS-SINGLETON, A.J.; TALCOTT, S.T. Antioxidant phytochemical and quality changes associated with hot water immersion treatment of mangoes (*Mangifera indica* L.). **Food Chemistry**, v.115, n.3, p.989-993, 2009a.

KIM, E.H.J.; CHEN, X.D.; PEARCE, D. Surface composition of industrial spray-dried milk powders. 3. Changes in the surface composition during long-term storage. **Journal of Food Engineering**, v.94, n.2, p.182–191, 2009b.

KOC, B.; YILMAZER, M.S.; BALKIR, P.; ERTEKIN, F.K. Moisture sorption isotherms and storage stability of spray-dried yogurt powder. **Drying Technology**, v.28, n.6, p.816–822, 2010.

KREY, T.; SOUZA, C.F.V. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite em pó integral produzido numa indústria da região do Vale do Taquari – RS. **Interbio**, v.3 n.2, p.65-72, 2009.

KROKIDA, M.K.; MAROULIS, Z.B. Effect of drying method on shrinkage and porosity. **Drying Technology**, v.15, n.10, p.2441-2458, 1997.

KUMAR, P.; MISHRA, H. N. Moisture sorption characteristics of mango-soy-fortified yogurt powder. **International Journal of Dairy Technology**, v.59, n.1, p.22-28, 2006.

LAMOUNIER, M.L. Sorvete a base de preparado em pó. 2012, 103f. Dissertação (Mestrado em Ciencia e Tecnologia De Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Quairoz, Piracicaba-SP.

LEINER, A.A.; TATTINI Jr, V.; PITOMBO, R.N.M.; Prospects in lyophilization of bovine pericardium. **Artificial Organs**, v.33, n.3, p.221-229, 2009.

LEE, K.T.; FARID, M.; NGUANG, S.K.; The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits. **Journal of Food Engineering**, v.72, n.1, p.16–23, 2006.

LEE, W.J.; LUCEY, J.A. Formation and physical properties of yogurt. **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.9, p.1127-1136, 2010.

LEONARDI, A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Disponibilidade de cálcio em leite bovino tratado por raios gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.1, p.31-40, 2011.

LIMA, E.E.; SILVA, A.S.; FIGUEIREDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Estudo das isotermas e calor isostérico de adsorção da farinha da coroa de frade. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.2, p.163-170, 2008.

LIMA, S.C.G.; OLIVEIRA, P.D.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; RODRIGUES, L.S.; NERES, L.S. Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.66, n.383, p.32-39, 2011.

LOBATO-CALLEROS, C.; RAMÍREZ-SANTIAGO, C.; VERNON-CARTER, E.J.; ALVAREZ-RAMIREZ, J. Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. **Journal of Food Engineering**, v.131, p.110–115, 2014.

LOURENS-HATTINGH, A.; VILJEON, C.B. Yoghurt as probiotic carrier food. **International Dairy Journal**, v.11, n.1/2, p.1-17, 2001.

MACIEL, M.I.S.; MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; SILVA, W.S.; MARANHÃO, C.M.C.; SOUZA, K.A. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.27, n.2, p.247-256, 2009.

MAIA, A. B. R.; GOLGHER, M. Parâmetros para avaliação da qualidade de reconstituição do leite em pó desidratado em secador de aspersão (spray-dryer). **Boletim SBCTA**, v.17, n.3, p.235-254, 1983.

MARCON G.C.; SOCOLOSKI, S.N.G.; ZANE, A.C.; SANTOS, R.; GOMES, S.C.; CASTRO, B.G. Productive and technological aspects of dairy cattle from Sinop, Mato Grosso, Brazil. **Scientific Electronic Archives**, v.5, n.1, p.72-82, 2014.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M.T.; MANHÃES, L.R.T.; SABAA-SRUR, A.U.O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1206-1210, 2010.

MARTINS, E.C.; LEONARDI, R.R.; OLIVEIRA, C.R.; MATSUMOTO, F.M.T. Liofilização como alternativa para conservação do leite humano. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v.29, n.2, p.119-122, 2011.

MARTINS, J.N.; SANTOS, D.C.; OLIVEIRA, E.N.A.; ALBUQUERQUE, E.M.B. Qualidade microbiológica de leites pasteurizados comercializados na cidade de Morada Nova, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 119-123, 2012a.

MARTINS, J.N.; OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C. Avaliação da qualidade físico-química de leites pasteurizados comercializados na cidade de Morada Nova, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.3, p.132-136, 2012b.

MARUYAMA, L.Y.; CARDARELLI, H.R.; BURITI, F.C.A.; SAAD, S.M.I. Textura instrumental de queijo *petit-suisse* potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.386-393, 2006.

MATHIAS, T.R.S.; CARVALHO JUNIOR, I.C.; CARVALHO, C.W.P.; SÉRVULO, E.F.C. Rheological characterization of coffee-flavored yogurt with different types of thickener. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.4, p.521-529, 2011.

MATTAR, R.; MAZO, D.F.C. Intolerância a lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Associação Médica Brasileira**, v.56, n.2, p.230-236, 2010.

MEDEIROS, A.C.L.; MEDEIROS, K.C.B.; MEDEIROS, M.F.; CORREIA, R.T.P. Avaliação comparativa do efeito do tratamento térmico e temperatura de incubação sobre o perfil de acidificação dos leites bovino, bubalino e caprino. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.105-114, 2010.

MEDEIROS, T.C.; MOURA, A.S.; ARAÚJO, K.B.; AQUINO, L.C.L. Elaboração de iogurte de jaca: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Scientia Plena**, v.7, n.9, p.1-4, 2011.

MELETHARAYIL, G.H.; PATEL, H.A.; HUPPERTZ, T. Rheological properties and microstructure of high protein acid gels prepared from reconstituted milk protein

concentrate powders of different protein contents. **International Dairy Journal**, v.47, p.64-71, 2015.

MELO, J.C.S. **Produção e armazenamento de formulações de leite de cabra e polpa de umbu-cajá**. 2007. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2007.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; KOZLOSKI, G.V.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; SILVEIRA, M.F.; NÖRNBERG, J.L. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação<sup>1</sup>. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3273-3286, 2014.

MENKUDALE, G.V.; WADEKAR, S.B.; LANDGE, S.N. Physico-chemical quality of raw milk marketed in latur town. **Hi-Tech Research Analysis**, v.1, n.1, p.37-41, 2011.

MITSCSKA, P. Simple conversion of brookfield RVT: readings into viscosity functions. **Rheologica Acta**, v.21, n.2, p.207-209, 1982.

MISIRLILAR, F.; KINIK, O.; YERLIKAYA, O. Effect of protective culture and biopreservatives on strained yoghurt quality. **African Journal of Microbiology**, v.6, n.22, p.4696-4701, 2012.

MORAGA, G.; IGUAL, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, E.; MOSQUERA, L.H.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder. **Journal of Food Engineering**, v.112, n.3, p.191–199, 2012.

MOREIRA, I.S.; CASTRO, D.S.; FEITOSA, M.K.S.B.; NUNES, K.S.; SANTOS, F.M. Elaboração e Avaliação da Qualidade de Iogurtes de Maçã Adoçados com Sacarose e com Mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.1, p.10-14, 2014.

NERY, T.B.R.; BRANDÃO, L.V.; ESPERIDIÃO, M.C.A.; DRUZIAN, J.I. Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Química Nova**, v.31, n.8, p.1937-1941, 2008.

NIKAEDO, P.H.L.; AMARAL, F.F.; PENNA, A.L.B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.3, p.397-404, 2004.

NONTASAN, A. S.; MOONGNGARMA, A.; DEESEENTHUMB, S. Application of functional colorant prepared from black rice bran in yogurt. **APCBEE Procedia**, v.2, p.62-67, 2012.

NUNES, J.S.; SOUSA, E.P.; CASTRO, D.S.; SILVA, L.M.M.; MOREIRA, I.S. Avaliação do perfil físico e reológico de bebida de soja sabor iogurte com polpa de morango. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.1, p.229-233, 2014.

OHASHI, Y.; HARADA, K.; TOKUNAGA, M.; ISHIHARA, N.; OKUBO, T.; Yutaka OGASAWARA, Y.; JUNEJA, L.R.; FUJISAWA, T. Faecal fermentation of partially hydrolyzed guar gum. **Journal of Functional Foods**, v.4, n.1, p.398-402, 2012.

OLIVEIRA, D.S.; MATA, G.M.S.C.; LUCIA, C.M.D.; CAMPOS, F.M.; RIBEIRO, S.M.R.; SANT'ANA, H.M.P. Influência da embalagem e estocagem no conteúdo de betacaroteno e ácido ascórbico em suco de manga "Ubá" industrializado. **Acta Scientiarum**, v.32, n.2, p.191-198, 2010.

OLIVEIRA, V.S.; AFONSO, M.R.A.; COSTA, J.M.C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.342-348, 2011.

OLIVEIRA, L.P.; BARROS, L.S.S.; SILVA, V.C. Avaliação físico-química de leite cru e pasteurizado consumido no recôncavo da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p.334-343, 2012.

OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C. Avaliação da qualidade físico-química de leites pasteurizados. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p.193-197, 2012.

OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T.A.S.; CAMPOS, R. C. Isotermas e calor isostérico das sementes de algodão com línter e sem línter. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.3, p.283-292, 2013.

OLIVEIRA, T.A.; LEITE, R.H.L.; AROUCHA, E.M.M.; FREITAS, T.G.G.; SANTOS, F.K.G. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas na cidade de Mossoró-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p.248-255, 2014.

PÁEZ, R.; PENSEL, N.; SABBAG, N.; TAVERNA, M.; CUATRÍN, A.; ZALAZAR, C. Changes in free fatty acid composition during storing of whole milk powder. **International Journal of Dairy Technology**, London, v. 59, p. 236-241, 2006.

PANDEY, S.M.; MISHRA, H.N. Optimization of the prebiotic & probiotic concentration and incubation temperature for the preparation of synbiotic soy yoghurt using response surface methodology. **LWT - Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.458-467, 2015.

PAPADIMITRIOU, C.G.; VAFOPOULOU-MASTROJIANNAKI, A.; SILVA, S.V.; GOMES, A.M.; MALCATA, F.X.; ALICHANIDIS, E. Identification of peptides in traditional and probiotic sheep milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity. **Food Chemistry**, v.105, n.2, p.647-656, 2007.

PASEEPHOL, T.; SMALL, D.M.; SHERKAT, F. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. **Journal of Texture Studies**, v.39, n.6, p.617-634, 2008.

PEREZ, K.J.; GUARIENTI, C.; BERTOLIN, T.E.; COSTA, J.A.V.; COLLA, L.M. Viabilidade de bactérias lácticas em iogurte adicionado de biomassa da microalga *Spirulina platensis* durante o armazenamento refrigerado. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.18, n.1, p.77-82, 2007.

PIMENTEL, T.C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S.H. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1059-1070, 2012.

POLEGATO, E.P.S.; RUDGE, A.C. Estudo das características físico-químicas e microbiológicas dos leites produzidos por mini-usinas da região de Marília – São Paulo-Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n.110, p.56-63, 2003.

QUEIROZ, V.M.S. **Estudo experimental do escoamento e da concentração de mistura no processo de filtração tangencial de suspensões macromoleculares**. 2004. 59p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

RAMÍREZ-SUCRE, M.O.; VÉLEZ-RUIZ, J.F. Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored Yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v.51, n.1, p.233-241, 2013.

RAMOS, T.M.; GAJO, A.A.; PINTO, S.M.; ABREU, L.R.; PINHEIRO, A.C. Perfil de textura de *Labneh* (iogurte grego). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.64, n.369, p.8-12, 2009.

RAO, Q.; LABUZA, T.P. Effect of moisture content on selected physicochemical properties of two commercial hen egg white powders. **Food Chemistry**, v.132, p.373-384, 2012.

RAO, Q.; ROCCA-SMITH, J.R.; SCHOENFUSS, T.C.; LABUZA, T.P. Accelerated shelflife testing of quality loss for a commercial hydrolysed hen egg white powder. **Food Chemistry**, v.135, p.464–472, 2012.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Revista de Sociologia e Política**, v.16, n.31, p.85-100, 2008.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R.; DIAS, B.R.P.; CHAVES, J.B.P.; MINIM, L.A. Impact of the use of different sweeteners in the acceptability of strawberry light yogurt. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p.53-60, 2009.

RIBEIRO, M.C.E.; CHAVES, K.S.; GEBARA, C.; INFANTE, F.N.S.; GROSSO, C.R.F.; GIGANTE, M.L. Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yogurt. **Food Research International**, v.66, p.424–431, 2014.

RIDEOUT, T.C.; HARDING, S.V.; JONES, P.J.; FAN, M.Z. Guar gum and similar soluble fibers in the regulation of cholesterol metabolism: current understandings and future research priorities. **Vascular Health and Risk Management**, v.4, n.5, p.1023–1033, 2008.

RIENER, J.; NOCI, F.; CRONIN, D.A.; MORGAN, D.J.; LYNG, J.G. A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. **Food Chemistry**, v.119, n.3, p.1108–1113, 2010.

RINALDONI, A.N.; CAMPDERRÓS, M.E.; PADILLA, A.P. Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulina. **LWT - Food Science and Technology**, v.45, n.1 p.142-147, 2012.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G.R.; DELZENNE, N. The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: na approach to calculate its caloric value. **Nutrition Reviews**, v.51, n.5, p.137-146, 1993.

ROBERFROID, M.B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**, v.93, n.1, p.13-25, 2005.

ROBERT, N.F. **Fabricação de iogurtes: dossiê técnico**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2008. 32p.

ROCHA, C.; COBUCCI, R.M.A.; MAITAN, V.R.; SILVA, O.C. Elaboração e avaliação de iogurte sabor frutos do cerrado. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.26, n.2, p.255-266, 2008.

ROSALAM, S.; ENGLAND, R. Review of xanthan gum production from unmodified starches by *Xanthomonas campestris* sp. **Enzyme and Microbial Technology**, v.39, n.2, p.197-207, 2006.

SAAD, S.M.I. Probiotics and prebiotics: the state of the art. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, n.1, p.1-16, 2006.

SAINT-EVE, A.; LEVY, C.; LE MOIGNE, M.; DUCRUET, V.; SOUCHON, I. Quality changes in yoghurt during storage in different packaging materials. **Food Chemistry**, v.110, n.2, p.285-293, 2008.

SANTOS, C.A.F. **Desenvolvimento de um novo produto: Fruta com iogurte**. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Caparica, Portugal, 2011.

SANTOS, A.E.O.; GRAVINA, G.A.; BERBERT, P.A.; ASSIS, J.S.; BATISTA, P.F.; SANTOS, O.O. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.140-146, 2011.

SANTOS, J.P.V.; GOULART, S.M.; RAMOS, A.M. Influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.67, n.388, p.35-40, 2012a.

SANTOS, J.P.V.; GOULART, S.M.; RAMOS, A.M. Influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.67, n.388, p.35-40, 2012b.

SANTOS, K. A.; SANTOS, E. F.; MANHANI, M. R.; SANCHES, F. L. F. Z.; BALLARD, C. R.; NOVELLO, D. Avaliação das características sensoriais e físico-

químicas de iogurte adicionado de inulina. **Revista UNIABEU**, v.7, n.15, p.50-64, 2014.

SALVADOR, F.C.; BURIN, A.S.; FRIAS, A.A.T.; OLIVEIRA, F.S.; FAILA, N. Avaliação da qualidade microbiológica do leite pasteurizado comercializado em Apucarana-PR e Região. **Revista F@ciência**, v.9, n.5, p.30-41, 2012.

SAKIN-YILMAZER, M.; KOÇ, B.; BALKIR, P.; KAYMAK-ERTEKIN, F. Rheological behavior of reconstituted yoghurt powder—An optimization study. **Powder Technology**, v.266, p.433–439, 2014.

SAWHNEY, I.K.; SARKAR, B.C.; PATIL, G.R.; SHARMA, H.K. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of whey protein concentrate powder from buffalo skim milk. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.38, n.4, p.1787-1798, 2014.

SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 2, p. 191-212, 2002.

SCHEIDEGGER, D.; RADICI, P.M.; VERGARA-ROIG, V.A.; BOSIO, N.S.; PESCE, S.F.; PECORA, R.P.; ROMANO, J.C.P.; KIVATINITZ, S.C. Evaluation of milk powder quality by protein oxidative modifications. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.3414-3423, 2013.

SENSING, K.M. **Comunicação precisa da cor**. AEBDPK, Sakai – Osaka, Japão, 1998. 59p.

SERAFEIMIDOU, A.; ZLATANOS, S.; LASKARIDIS, H.; SAGREDOS, A. Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. **Food Chemistry**, v.134, n.4, p.1839-1846, 2012.

SERAFEIMIDOU, A.; ZLATANOS, S.; KRITIKOS, G.; TOURIANIS, A. Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated

storage of yogurt made of cow and sheep milk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.31, n.1, p.24-30, 2013.

SERRA, M.; TRUJILLO, A.J.; GUAMIS, B.; FERRAGUT, V. Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.1, p.82–91, 2009.

SHAH, N.P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v.17, n.11, p.1262-1277, 2007.

SHORI, A.B.; BABA, A.S. Viability of lactic acid bacteria and sensory evaluation in *Cinnamomum verum* and *Allium sativum*-bio-yogurts made from camel and cow milk. **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**, v.11, n.1, p.50-55, 2012.

SILVA, E.B. NASCIMENTO, K.O. Avaliação da adequação da rotulagem de iogurtes. **Revista Ceres**, v.2, n.1, p.9-14, 2007.

SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; PEREIRA, C.S.; SALOMÃO, L.C.C.; STRUIVING, T.B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p.783-789, 2009.

SILVA, V.A.M.; RIVAS, P.M.; ZANELA, M.B.; PINTO, A.T.; RIBEIRO, M.E.R.; ILVA, F.F.P.; MACHADO, M. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite cru, do leite pasteurizado tipo A e de pontos de contaminação de uma Granja Leiteira no RS. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38, n.1, p.51-57, 2010.

SILVA, A.C.; SOUZA, A.P.; LEONEL, S.; SOUZA, M.E.; TANAKA, A.A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. **Revista Magistra**, v.24, n.1, p.15-26, 2012a.

SILVA, A.M.R.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; RAMOS, A.M.; AFONSO, M.R.A.; FIGUEIREDO, R.W. Comportamento reológico de néctares mistos de caju, manga e

acerola descritos pelo Modelo de Casson. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.3, p. 237-243, 2012b.

SILVA, M.V.C.; QUINTÃO, D.F.; FERNANDES, F. Avaliação dos padrões físico-químicos do leite pasteurizado comercializado em Muriaé (MG). **Revista Científica da Faminas**, v.9, n.3, p.23-33, 2013.

SOARES, L.P.; JOSE, A.R.S. Compostos bioativos em polpas de mangas 'rosa' e 'espada' submetidas ao branqueamento e congelamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.579-586, 2013.

SOFU, A.; EKINCI, F.Y. Estimation of storage time of yoghurt with artificial neural network modeling. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.7, p.3118-3125, 2007.

SONG, L.; ARYANA, K.J. Reconstituted yogurt from yogurt cultured milk powder mix has better overall characteristics than reconstituted yogurt from commercial yogurt powder. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.6007-6015, 2014.

SOTERAS, E.M.; GIL, J.; YACANTO, P.; MURATONA, S.; ABACA, C.; SUSTERSIC, M. G. Isotermas de adsorción y desorción de agua en leche en polvo: II. leche entera. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, v.5, n.1, p.57-66, 2014.

SOUZA, R.; SANTOS, G.T.; VALLOTO, A.A.; SANTOS, A.L.; GASPARINO, E.; SILVA, D.C.; SANTOS, W.B.R. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.484-495, 2010a.

SOUZA, R.L.A.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H.; AMORIM, B.C. Caracterização da poligalacturonase produzida por fermentação semi-sólida utilizando-se resíduo do maracujá como substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.987-992, 2010b.

SOUZA, G.C.; CARNEIRO, J.G.; GONSALVES, H.R.O. Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas produzidas no município de Russas–CE. **Revista Agropecuária Científica No Semi-Árido**, v.7, n.3, p.1-5, 2011.

SOUZA, A.K.; FIORINI, J.E.; MORAES, A.L.L.; OLIVEIRA, N.M.S.; CLARETO, S.S.; NASCIMENTO, L.C. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização e ao congelamento, comercializado na cidade de Alfenas-MG. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.11, n.1, p.224-233, 2013.

SOUZA, E.P.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; LEMOS, D.M. Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n.3, p.226-235, 2014.

STRUCH, M.; LINKE, D.; MOKOONLALL, A.; HINRICHS, J.; BERGER, R.G. Laccase-catalysed cross-linking of a yoghurt-like model system made from skimmed milk with added food-grade mediators. **International Dairy Journal**, v.49, p.89-94, 2015.

TAMJIDI, F.; NASIRPOUR, A.; SHAHEDI, M. Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. **Food Science and Technology International**, v.18, n.4, p.381–390, 2014.

TELES, C.D.; FLÔRES, S.H. Influência da adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 247-256, 2007.

THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.41, n.3, p.393-400, 2005.

TONELI, J.T.C.L.; MURR, F.E.X.; PARK, K.J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.2, p.181-204, 2005.

TONELI, J.T.C.L.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X.; NEGREIROS, A.A. Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.122-131, 2008.

TONIAZZO, T.; BERBEL, I.F.; CHO, S.; AVARO-TRINDADE, C.S.F.; MORAES, I.C.F.; PINHO, S.C.  $\beta$ -carotene-loaded liposome dispersions stabilized with xanthan and guar gums: Physico-chemical stability and feasibility of application in yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v.59, p.1265-1273, 2014.

TOURNAS, V.; STACK, M.E.; MISLIVEC, P.B.; KOCH, H.A.; BANDLER, R. **Yeasts, molds and mycotoxins**. In: Bacteriological Analytical Manual Online. 2001.

TSEVDOU, M.S.; ELEFThERIOU, E.G.; TAOUKIS, P.S. Transglutaminase treatment of thermally and high pressure processed milk: Effects on the properties and storage stability of set yoghurt. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.17, p.144–152, 2013.

URALA, N.; LÄHTEENMÄKI, L. Attitudes behind consumers willingness to use functional foods. **Food Quality and Preference**, v.15, n. 7/8, p.793-803, 2004.

VARELA, A.; OLLETE, B.; MORENO, T.; PORTELA, C.; MONSERRAT, L.; CARBALLO, J. A.; SÁNCHEZ, L. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, v.67, n. 3, p.515-522, 2004.

VIEIRA, A.P.; NICOLETI, J.F.; TELIS, V.R.N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal Food Technology**, v.15, n.1, p.50-58, 2012.

WANG, N.; BRENNAN, J.G. Moisture sorption isotherm characteristics of potato at four temperatures. **Journal of Food Engineering**, v.14, n.4, p.269-287, 1991.

WANG, W.; CHEN, M.; CHEN, G. Issues in freeze drying of aqueous solutions. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v.20, n.3, p.551-559, 2012.

WEI, Z.; WANG, J.; ZHANG, X. Monitoring of quality and storage time of unsealed pasteurized milk by voltammetric electronic tongue. **Electrochimica Acta**, v.88, n.15, p.231– 239, 2013.

XANTHOPOULOSA, V.; IPSILANDIS, C.G.; TZANETAKISA, N. Use of a selected multi-strain potential probiotic culture for the manufacture of set-type yogurt from caprine milk. **Small Ruminant Research**, v.106, n.2-3, p.145–153, 2012.

YUSOF, Y.A.; SALLEH, F.S.M.; CHIN, N.L.; TALIB, R.A. The drying and tableting of pitaya powder. **Journal of Food Process Engineering**, v.35, n.5, p.763-771, 2012.

ZEPPA, G.; CONTERNO, L.; GERBI, V. Determination of Organic Acids, Sugars, Diacetyl, and Acetoin in Cheese by High-Performance Liquid Chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.6, p.2722-2726, 2001.

ZHOU, P.; LIU, D.; CHEN, X.; CHEN, Y.; LABUZA, T.P. Stability of whey protein hydrolysate powders: Effects of relative humidity and temperature. **Food Chemistry**, v.150, p.457-462, 2014.

ZOIDOU, E.; MAGIATIS, P.; MELLIOU, E.; CONSTANTINO, M.; HAROUTOUNIAN, S.; SKALTSOUNIS, A.L. Oleuropein as a bioactive constituent added in milk and yogurt. **Food Chemistry**, v.158, n.6, p.319–324, 2014.

## APÊNDICES

**Apêndice A** – Parecer de avaliação e aprovação da pesquisa por comitê de ética em pesquisa para realização da avaliação sensorial dos iogurtes prebióticos de manga.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Desenvolvimento e caracterização de preparado sólido para iogurte prebiótico de manga obtido por liofilização

**Pesquisador:** Emanuel Neto Alves de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 32196614.0.0000.5182

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Campina Grande

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 831.382

**Data da Relatoria:** 18/06/2014

**Apresentação do Projeto:**

O projeto a ser avaliado trata da elaboração de Desenvolver preparados sólidos para iogurte prebióticos de manga obtido por liofilização. Será feito análises físico-química, microbiológica do leite, e caracterização física e química da polpa de manga. A pesquisa abordará 50 sujeitos para avaliação sensorial - degustação, sendo que, antes da avaliação sensorial, os iogurtes serão submetidos a testes microbiológicos para atestar sua qualidade microbiológica.

**Objetivo da Pesquisa:**

Desenvolver preparados sólidos para iogurte prebióticos de manga obtido por liofilização; Caracterizar o leite e a polpa de manga quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos; • Elaborar as formulações variando as

concentrações polpa de manga (4, 8 e 12%) e açúcar (4, 8 e 12%) por meio de planejamento experimental; •

Liofilizar as formulações a temperatura

de -40 °C; • Estudar a influência das variáveis de processo (porcentagens de polpa de manga e inulina) sobre as variáveis respostas (características

físicas e químicas) dos preparados sólidos liofilizados;• Reconstituir e incubar os preparados sólidos para fermentação e obtenção dos iogurtes;•

Estudar a influência das variáveis de processo (porcentagens de polpa de manga e inulina) sobre

**Endereço:** Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

Continuação do Parecer: 831.382

as variáveis respostas (características físicas e químicas) dos iogurtes;• Determinar as características microbiológicas e sensoriais dos iogurtes.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Analisando os riscos, a pesquisa não oferece riscos às pessoas envolvidas, pois os provedores irão apenas participar da avaliação sensorial (Degustação) dos iogurtes de manga. Sendo que, antes da avaliação sensorial, os iogurtes serão submetidos a testes microbiológicos para atestar sua qualidade microbiológica. Apenas depois que for comprovado que o produto não possui nenhum tipo de contaminação microbiológica é que será realizada a avaliação sensorial do produto. Entretanto, apresenta entre outros benefícios o de atestar o índice de aceitação de um produto inovador com elevadas características nutritivas, além de apresentar ao mercado alimentos, que possam ser com menor custo, pois se trata de frutas tropicais, que estão disponíveis ao longo do ano.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os objetivos estão de acordo com a metodologia proposta para a realização do projeto no tempo suficiente e os resultados esperados irão proporcionar a comunidade local e a ciência excelentes respostas. Diante desses comentários, proponho este projeto a ser aprovado.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A pesquisa apresenta o TCLE, o projeto e a folha de rosto devidamente assinada pelo coordenador do curso, pesquisador e orientados.

**Recomendações:**

Diante desses comentários, proponho este projeto a ser aprovado

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Neste projeto não há pendências a serem esclarecidas.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Considerando o parecer da relatoria o protocolo foi considerado APROVADO ad referendum.

**Endereço:** Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n  
**Bairro:** São José **CEP:** 58.107-670  
**UF:** PB **Município:** CAMPINA GRANDE  
**Telefone:** (83)2101-5545 **Fax:** (83)2101-5523 **E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

**Apêndice B** – Ficha de avaliação sensorial dos iogurtes probióticos de manga.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE IOGURTE DE MANGA: TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2014

Você está recebendo 5 amostras de iogurte de manga. Por favor, avalie as amostras utilizando a escala hedônica de 9 pontos abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou das características de cor, aparência, aroma, consistência, sabor, doçura e impressão global do produto. Comece provando as amostras fornecidas da esquerda para a direita, anotando o código das amostras. Assinale o local referente à escala que melhor reflita seu julgamento. Por favor, enxágüe a boca com água antes da avaliação da próxima amostra.

**ESCALA HEDONICA**

(9) Gostei extremamente; (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 extremamente

CODIGO DAS AMOSTRAS	ATRIBUTOS AVALIADOS							
	Cor	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor	Gosto ácido	Doçura	Impressão global

Se este produto estivesse disponível no mercado, indique sua intenção de compra de acordo com a escala de 5 pontos abaixo:

**INTENÇÃO DE COMPRA**

(5) Certamente compraria; (4) Possivelmente compraria; (3) Talvez comprasse Talvez não comprasse; (2) Possivelmente não compraria; (1) Certamente não compraria

CODIGO DAS AMOSTRAS	INTENÇÃO DE COMPRA

**OBSERVAÇÕES:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

