



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



## **DISSERTAÇÃO**

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

**SECAGEM POR ASPERSÃO DA MANGA cv. HADEN E  
ARMAZENAMENTO DO PÓ**

**SHIRLYANNE FERREIRA DA SILVA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**FEVEREIRO - 2014**

**SECAGEM POR ASPERSÃO DA MANGA cv. HADEN E  
ARMAZENAMENTO DO PÓ**

**SHIRLYANNE FERREIRA DA SILVA**

Dissertação 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 Mestre em Engenharia Agrícola.

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

**ORIENTADORES: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo  
Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO – 2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA  
CENTRAL DA UFCG

S586s Silva, Shirlyanne Ferreira da.  
Secagem por aspersão da manga cv. Haden e armazenamento  
do pó / Shirlyanne Ferreira da Silva. – Campina Grande, 2014.  
164 f. : color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e  
Recursos Naturais, 2014.

"Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo,  
Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz".

Referências.

1. *Mangifera indica*. 2. Estocagem. 3. Isotermas.  
4. Planejamento Experimental. 5. Secagem por Aspersão. I.  
Figueirêdo, Rossana Maria Feitosa de. II. Queiroz, Alexandre  
José de Melo. III. Título.

CDU 634.441(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

SHIRLYANNE FERREIRA DA SILVA

SECAGEM POR ASPERSÃO DA POLPA DE MANGA CV. HADEN E ARMAZENAGEM  
DO PÓ

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Rossana M. F. de Figueirêdo  
Dr.<sup>a</sup>. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo  
Orientadora - UAEA/UFCC

Aprovado

Alexandre J. M. Queiroz  
Dr. Alexandre José de Melo Queiroz  
Orientador - UAEA/UFCC

APROVADO

Hofsky Alexandre  
Dra. Hofsky Vieira Alexandre  
Examinadora - CNPq/PDI

APROVADO

Josivanda P. Gomes  
Dra. Josivanda Palmeira Gomes  
Examinadora - UAEA/UFCC

APROVADO

FEVEREIRO DE 2014

“O êxito da vida  
não se mede pelo caminho  
que você conquistou,  
mas sim pelas dificuldades  
que superou no caminho.”

**(Abraham Lincoln)**

***A minha mãe, Shirlei Ferreira,  
A meu pai, Francisco Pereira, A vocês DEDICO.  
Por serem meu maior motivo para superar os desafios.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre ter me mantido forte, diante das dificuldades e por sempre ter me dado perseverança para prosseguir.

A meus pais, Francisco Pereira da Silva e Shirlei Ferreira da Silva, por estarem sempre me apoiando, incentivando com muito amor, paciência e dedicação, está é mais uma conquista em minha vida a qual não teria sido possível sem a total dedicação de vocês.

A minhas irmãs, Sheylha e Sharlyne, por sempre estarem compartilhando dos momentos mais importantes de minha vida, ajudando com amor, amizade e compreensão.

A meu sobrinho, Davi, pelo amor e carinho que me incentiva a buscar sempre o melhor.

A minha avó, Rita, por ser mais uma das torcedoras e incentivadoras de minhas conquistas e meu sucesso.

A minha família, pelo apoio e compreensão por minhas ausências.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante o curso.

A Corn Products Brasil, pela doação da maltodextrina.

Ao Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais (UAEMa/CCT/UFCG) por ter nos proporcionado realização das análises de morfologia dos pós estudados.

A Franciraldo, por nos ter fornecido as embalagens laminadas.

A professora Rossana, pela orientação, estímulo, atenção, amizade e confiança em mim, durante o decorrer do curso.

Ao professor Alexandre, pela orientação e cooperação para a realização deste trabalho.

Aos professores do curso, pelos conhecimentos adquiridos durante as disciplinas enaltecendo minha vida acadêmica e pessoal.

Ao colega Paulinho, pela ajuda constante no manejo do secador por aspersão.

À amiga - mãe Juliana Ferreira, por ter me acolhido desde o início do curso não como uma simples amiga, mas como uma mãe cuidando e ensinando durante esses dois anos de curso.

Em especial aos amigos Robson Marinho, Dona Salomé e Silas, pela amizade, conselhos e disposição de ajudar sempre que possível.

À minha amiga Danielle Lemos, que juntas convivemos e superamos os desafios diários, sempre com sorriso no rosto e a esperança de que tudo nessa vida é passageiro, menos a vontade de vencer e alcançar nossos objetivos levarei comigo eternamente a nossa amizade construída.

Á meu amigo Bruno Adelino pela amizade, a paciência, e disponibilidade de sempre me ajudar durante a realização desse trabalho.

Á Elisabete Piacó pela grande ajuda tanto acadêmica quanto pela amizade.

Aos amigos do curso, Danielle Lemos, Juliana Ferreira, Renata, Karla, Thaís, Elisabete, Josileide, Clebia e Flavio, por todos os momentos que compartilhamos juntos de alegrias e descontração.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - Objetivo geral.....	2
1.1.1 - Objetivos específicos .....	3
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 – Manga.....	4
2.1.1 - Polpa de manga.....	6
2.1.2 - Manga cv. Haden.....	7
2.2 - Aditivo e maltodextrina.....	8
2.3 - Secagem de frutas .....	9
2.3.1 - Secagem por aspersão.....	9
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 - Matéria-prima.....	11
3.2 - Processamento da manga.....	11
3.3 - Caracterização química, física e físico-química.....	13
3.3.1 - pH.....	13
3.3.2 - Sólidos solúveis totais (°Brix) .....	13
3.3.3 - Ácido ascórbico.....	13
3.3.4 - Acidez total titulável.....	13
3.3.5 - Cinzas.....	14
3.3.6 - Proteínas.....	14
3.3.7 - Cor.....	14
3.3.8 - Densidade.....	14
3.3.9 - Teor de água.....	14
3.3.10 - Atividade de água.....	15
3.3.11 - Açúcares redutores, totais e não redutores.....	15
3.3.12 – Insolubilidade.....	15
3.3.13 - Tempo de reconstituição.....	15
3.3.14 - Microscopia eletrônica de varredura.....	15



3.3.15 – Pectina.....	16
3.3.16 – Sólidos insolúveis.....	16
3.4 - Preparo das polpas formuladas.....	16
3.5 - Planejamento experimental para a secagem por aspersão.....	16
3.5.1 - Secagem.....	18
3.6 - Armazenamento das amostras em pó.....	19
3.6.1 - Análise dos dados.....	20
3.7 - Isotermas de adsorção de água da manga Haden em pó .....	20
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
4.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa integral da manga Haden .....	22
4.2 - Formulação.....	25
4.2.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa da manga Haden .....	25
4.3 - Planejamento experimental fatorial.....	29
4.3.1 - pH da manga Haden em pó (Tipo A).....	30
4.3.2 - pH da manga Haden em pó (Tipo B).....	32
4.3.3 - Acidez Total Titulável da manga Haden em pó (Tipo A).....	34
4.3.4 - Acidez total titulável da manga Haden em pó (Tipo B).....	37
4.3.5 - Atividade de água da manga Haden em pó (Tipo A).....	39
4.3.6 - Atividade de água da manga Haden em pó (Tipo B).....	42
4.3.7 - Teor de água da manga Haden em pó (Tipo A).....	44
4.3.8 - Teor de água da manga Haden em pó (Tipo B) .....	48
4.3.9 - Ácido ascórbico da manga Haden em pó (Tipo A) .....	51
4.3.10 - Ácido ascórbico da manga Haden em pó (Tipo B) .....	54
4.3.11 - Açúcares redutores da manga Haden em pó (Tipo A) .....	56
4.3.12 - Açúcares redutores da manga Haden em pó (Tipo B) .....	58
4.3.13 - Açúcares totais da manga Haden em pó (Tipo A) .....	60
4.3.14 - Açúcares totais da manga Haden em pó (Tipo B) .....	63
4.3.15 - Açúcares não redutores da manga Haden em pó (Tipo A).....	65
4.3.16 - Açúcares não redutores da manga Haden em pó (Tipo B).....	67
4.3.17 - Cinzas da manga Haden em pó (Tipo A) .....	69
4.3.18 - Cinzas da manga Haden em pó (Tipo B) .....	72

4.3.19 - Tempo de reconstituição da manga Haden em pó (Tipo A).....	75
4.3.20 - Tempo de reconstituição da manga Haden em pó (Tipo B).....	77
4.3.21 - Luminosidade da manga Haden em pó (Tipo A).....	81
4.3.22 - Luminosidade da manga Haden em pó (Tipo B).....	84
4.3.23 - Intensidade de vermelho (+a*) da manga Haden em pó (Tipo A)	87
4.3.24 - Intensidade de vermelho (+a*) da manga Haden em pó (Tipo B)	89
4.3.25 - Intensidade de amarelo (+b*) da manga Haden em pó (Tipo A)..	92
4.3.26 - Intensidade de amarelo (+b*) da manga Haden em pó (Tipo B)..	95
4.3.27 - Insolubilidade da manga Haden em pó (Tipo A).....	98
4.3.28 - Insolubilidade da manga Haden em pó (Tipo B).....	100
4.3.29 - Proteínas da manga Haden em pó (Tipo A) .....	102
4.3.30 - Proteínas da manga Haden em pó (Tipo B) .....	104
4.4 - Morfologia.....	106
4.5 - Armazenamento da polpa de manga Haden em pó.....	108
4.5.1 – Teor de água.....	108
4.5.2 – Atividade de água.....	110
4.5.3 – pH.....	111
4.5.4 – Acidez total titulável.....	112
4.5.5 – Ácido ascórbico.....	114
4.5.6 – Insolubilidade.....	115
4.5.7 – Açúcares redutores.....	117
4.5.8 – Luminosidade (L*).....	119
4.5.9 – Intensidade de vermelho (+a*).....	120
4.5.10 – Intensidade de amarelo (+b*).....	122
4.6- Isotermas de adsorção de água .....	123
<b>5 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>128</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>152</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>162</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Foto manga cv. Haden .....	7
<b>Figura 3.1</b> - Manga Haden ( <i>Mangífera indica</i> L).....	11
<b>Figura 3.2</b> - Fluxograma do processamento da polpa de manga Haden.....	12
<b>Figura 4.1</b> - Diagrama de Pareto do pH da manga Haden em pó do Tipo A.....	31
<b>Figura 4.2</b> - Diagrama de Pareto do pH da manga Haden em pó do Tipo B.....	33
<b>Figura 4.3</b> - Diagrama de Pareto da Acidez Total Titulável da manga Haden em pó do Tipo A.....	35
<b>Figura 4.4</b> - Superfície de resposta para a Acidez Total Titulável da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem.....	37
<b>Figura 4.5</b> - Diagrama de Pareto da Acidez Total Titulável da manga Haden em pó do Tipo B.....	38
<b>Figura 4.6</b> - Diagrama de Pareto da Atividade de água da manga Haden em pó do Tipo A.....	41
<b>Figura 4.7</b> - Diagrama de Pareto da Atividade de água da manga Haden em pó do Tipo B.....	43
<b>Figura 4.8</b> - Diagrama de Pareto do Teor de água da manga Haden em pó do Tipo A.....	46
<b>Figura 4.9</b> - Superfície de resposta para o Teor de água da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem.....	47
<b>Figura 4.10</b> - Diagrama de Pareto do teor de água da manga Haden em pó do Tipo B.....	49
<b>Figura 4.11</b> - Superfície de resposta para o Teor de água da manga Haden em pó do Tipo B, relacionando a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem.....	50
<b>Figura 4.12</b> - Diagrama de Pareto do Ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A.....	52
<b>Figura 4.13</b> - Superfície de resposta para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina.....	53

<b>Figura 4.14</b> - Diagrama de Pareto do ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo B.....	55
<b>Figura 4.15</b> - Diagrama de Pareto dos açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo A.....	57
<b>Figura 4.16</b> - Diagrama de Pareto dos açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo B.....	59
<b>Figura 4.17</b> - Diagrama de Pareto dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A.....	62
<b>Figura 4.18</b> - Diagrama de Pareto dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B.....	64
<b>Figura 4.19</b> - Diagrama de Pareto doos açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A.....	66
<b>Figura 4.20</b> - Diagrama de Pareto dos açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B.....	68
<b>Figura 4.21</b> - Diagrama de Pareto das cinzas da manga Haden em pó do Tipo A.....	70
<b>Figura 4.22</b> - Superfície de resposta para cinzas da manga Haden em pó do Tipo A, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	72
<b>Figura 4.23</b> - Diagrama de Pareto das cinzas da manga Haden em pó do Tipo B.....	73
<b>Figura 4.24</b> - Superfície de resposta para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	75
<b>Figura 4.25</b> - Diagrama de Pareto do Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo A.....	76
<b>Figura 4.26</b> - - Diagrama de Pareto Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B.....	79
<b>Figura 4.27</b> - Superfície de resposta para Tempo de reconstituição manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	80
<b>Figura 4.28</b> - Diagrama de Pareto da luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A.....	82

<b>Figura 4.29</b> - Superfície de resposta para luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração e temperatura.....	83
<b>Figura 4.30</b> - Diagrama de Pareto da luminosidade da manga Haden em pó do Tipo B.....	85
<b>Figura 4.31</b> - Superfície de resposta para luminosidade ( $L^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	87
<b>Figura 4.32</b> - Diagrama de Pareto da Intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A.....	88
<b>Figura 4.33</b> - Diagrama de Pareto da intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B.....	90
<b>Figura 4.34</b> - Superfície de resposta para Intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	92
<b>Figura 4.35</b> - Diagrama de Pareto da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A.....	93
<b>Figura 4.36</b> - Superfície de resposta para Intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	95
<b>Figura 4.37</b> - Diagrama de Pareto intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B.....	96
<b>Figura 4.38</b> - Superfície de resposta para intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem.....	98
<b>Figura 4.39</b> - Diagrama de Pareto da Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A.....	99
<b>Figura 4.40</b> - Diagrama de Pareto Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B.....	101
<b>Figura 4.41</b> - Diagrama de Pareto das Proteínas da manga Haden em pó do Tipo A.....	103
<b>Figura 4.42</b> - Diagrama de Pareto das proteínas da manga Haden em pó do Tipo B.....	105

<b>Figura 4.43</b> - Imagens fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem para o Experimento 4 .....	107
<b>Figura 4.44</b> - Isotermas de adsorção de água a 20, 30 e 40 °C, da manga Haden em pó (Experimento 4- 40% de maltodextrina; 190 °C) com ajuste pelo modelo de GAB.....	127
<b>Figura B.1</b> - Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 150°C adicionada a 30% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 1), do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica.....	148
<b>Figura B.2</b> - Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 150°C adicionada a 40% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 2), do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica.....	149
<b>Figura B.3</b> - Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 190°C adicionada a 30% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 3), do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica.....	150
<b>Figura B.4</b> - Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 170°C adicionada a 35% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 5), do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica.....	151

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1 -</b>	Tabela da produção da manga no Brasil.....	5
<b>Tabela 2.2 -</b>	Composição da manga.....	5
<b>Tabela 3.1 -</b>	Níveis reais e codificados do planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> .....	17
<b>Tabela 3.2-</b>	Matriz de planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> com 3 repetições no ponto central para a polpa de manga formulada.....	17
<b>Tabela 3.3-</b>	Modelos de ajuste das isotermas de adsorção de água.....	18
<b>Tabela 4.1-</b>	Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos da polpa de manga Haden integral.....	22
<b>Tabela 4.2-</b>	Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das diferentes formulações elaboradas com a polpa de manga e diferentes concentrações de maltodextrina.....	25
<b>Tabela 4.3-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para pH do pó Tipo A....	31
<b>Tabela 4.4-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o pH da manga Haden em pó do Tipo A.....	32
<b>Tabela 4.5-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para pH da amostra em pó do Tipo B.....	33
<b>Tabela 4.6-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o pH da manga Haden em pó do Tipo B.....	34
<b>Tabela 4.7-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para acidez total titulável do pó Tipo A.....	35
<b>Tabela 4.8-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo A.....	36
<b>Tabela 4.9-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a acidez total titulável do pó do Tipo B.....	38
<b>Tabela 4.10-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo B.....	39

<b>Tabela 4.11-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para atividade de água do pó do Tipo A.....	40
<b>Tabela 4.12-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a atividade de água da manga Haden em pó do Tipo A.....	41
<b>Tabela 4.13-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a atividade de água do pó Tipo B.....	42
<b>Tabela 4.14-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a Atividade de água da manga Haden em pó do Tipo B.....	44
<b>Tabela 4.15-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para teor de água do pó Tipo A.....	45
<b>Tabela 4.16-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo A.....	47
<b>Tabela 4.17-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o teor de água do pó Tipo B.....	48
<b>Tabela 4.18-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo B.....	50
<b>Tabela 4.19-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o ácido ascórbico do pó Tipo A.....	51
<b>Tabela 4.20-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A.....	53
<b>Tabela 4.21-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o ácido ascórbico do pó Tipo B.....	54
<b>Tabela 4.22-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo B.....	56
<b>Tabela 4.23-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares redutores do pó Tipo A.....	57



<b>Tabela 4.24-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo A.....	58
<b>Tabela 4.25-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os Açúcares redutores a do pó Tipo B.....	59
<b>Tabela 4.26-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo B.....	60
<b>Tabela 4.27-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares totais do pó Tipo A.....	61
<b>Tabela 4.28-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os Açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A.....	63
<b>Tabela 4.29-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os Açúcares totais a do pó Tipo B.....	63
<b>Tabela 4.30-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B.....	65
<b>Tabela 4.31-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares não redutores do pó Tipo A.....	66
<b>Tabela 4.32-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A.....	67
<b>Tabela 4.33-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares não redutores do pó do Tipo B.....	67
<b>Tabela 4.34-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B.....	69
<b>Tabela 4.35-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para as cinzas do pó Tipo A.....	70
<b>Tabela 4.36-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para cinzas da manga Haden em pó do Tipo A.....	71

<b>Tabela 4.37-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para cinzas a do pó Tipo B.....	73
<b>Tabela 4.38-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para cinzas da manga Haden em pó do Tipo B.....	74
<b>Tabela 4.39-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o tempo de reconstituição do pó Tipo A.....	76
<b>Tabela 4.40-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo A.....	77
<b>Tabela 4.41-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Tempo de reconstituição da manga Haden do pó Tipo B.....	78
<b>Tabela 4.42-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B.....	80
<b>Tabela 4.43-</b>	Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a luminosidade do pó Tipo A.....	81
<b>Tabela 4.44-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A.....	83
<b>Tabela 4.45-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para luminosidade da manga Haden do pó Tipo B.....	82
<b>Tabela 4.46-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para luminosidade da manga Haden em pó do Tipo B.....	84
<b>Tabela 4.47-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a intensidade de vermelho (+a*) do pó Tipo A.....	87
<b>Tabela 4.48-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para intensidade de vermelho (a*) da manga Haden em pó do Tipo A....	89
<b>Tabela 4.49-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para intensidade de vermelho (+a*) da manga Haden do pó Tipo B.....	90

<b>Tabela 4.50-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de vermelho (a*) da manga Haden em pó do Tipo B....	91
<b>Tabela 4.51-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a intensidade de amarelo (b*) do pó Tipo A.....	93
<b>Tabela 4.52-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de amarelo (b*) da manga Haden em pó do Tipo A.....	94
<b>Tabela 4.53-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para intensidade de amarelo (+b*) da manga Haden do pó Tipo B.....	96
<b>Tabela 4.54-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de amarelo (b*) da manga Haden em pó do Tipo B.....	97
<b>Tabela 4.55-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Insolubilidade do pó Tipo A.....	98
<b>Tabela 4.56-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A.....	100
<b>Tabela 4.57-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para insolubilidade da manga Haden do pó Tipo B.....	100
<b>Tabela 4.58-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B.....	102
<b>Tabela 4.59-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Proteínas do pó Tipo A.....	102
<b>Tabela 4.60-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Proteínas da manga Haden em pó do Tipo A.....	104
<b>Tabela 4.61-</b>	Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para as proteínas da manga Haden do pó Tipo B.....	104
<b>Tabela 4.62-</b>	Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Proteínas da manga Haden em pó do Tipo B.....	106

<b>Tabela 4.63-</b>	Valores médios do teor de água da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	109
<b>Tabela 4.64-</b>	Valores médios do teor de água da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	109
<b>Tabla 4.65-</b>	Valores médios de atividade de água da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	110
<b>Tabela 4.66-</b>	Valores médios da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	111
<b>Tabela 4.67-</b>	Valores médios de pH da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	112
<b>Tabela 4.68-</b>	Valores médios do pH da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	112
<b>Tabela 4.69-</b>	Valores médios de acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	113
<b>Tabela 4.70-</b>	Valores médios da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	114

<b>Tabela 4.71-</b>	Valores médios de ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	115
<b>Tabela 4.72-</b>	Valores médios do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	115
<b>Tabela 4.73-</b>	Valores médios de insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	116
<b>Tabela 4.74-</b>	Valores médios da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	117
<b>Tabela 4.75-</b>	Valores médios de açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	118
<b>Tabela 4.76-</b>	Valores médios de açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	118
<b>Tabela 4.77-</b>	Valores médios de luminosidade da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	120
<b>Tabela 4.78-</b>	Valores médios de luminosidade da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	120

<b>Tabela 4.79-</b>	Valores médios de intensidade de vermelho (+a*) da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	121
<b>Tabela 4.80-</b>	Valores médios de intensidade de vermelho (+a*) da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	122
<b>Tabela 4.81-</b>	Valores médios de intensidade de amarelo (+b*) da polpa de manga Haden em pó do experimento 2 (Temperatura de secagem de 150°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	123
<b>Tabela 4.82-</b>	Valores médios de intensidade de amarelo (+b*) da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.....	123
<b>Tabela 4.83-</b>	Valores médios da umidade de equilíbrio ( $X_{eq}$ ) da polpa em pó da manga Haden, em função da atividade de água ( $a_w$ ).....	124
<b>Tabela 4.84-</b>	Parâmetros, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P) dos modelos de ajuste das isotermas de adsorção de umidade da polpa de manga Haden em pó (Experimento 4) seca na temperatura de 190° C.....	126
<b>Tabela A.1-</b>	Médias da Caracterização física, química e físico-química da manga Haden em pó adquirido pelo processo de secagem por aspersão extraídos da câmara de secagem (pó Tipo A).....	145
<b>Tabela A.2-</b>	Médias da Caracterização física, química e físico-química da manga Haden em pó adquirido pelo processo de secagem por aspersão extraídos do ciclone (pó Tipo B).....	146
<b>Tabela C.1-</b>	Análise de variância do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	153

<b>Tabela C.2-</b>	Análise de variância do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	153
<b>Tabela C.3-</b>	Análise de variância da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	154
<b>Tabela C.4-</b>	Análise de variância da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	154
<b>Tabela C.5-</b>	Análise de variância da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	155
<b>Tabela C.6-</b>	Análise de variância da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	155
<b>Tabela C.7-</b>	Análise de variância do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	156

<b>Tabela C.8-</b>	Análise de variância do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	156
<b>Tabela C.9-</b>	Análise de variância da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	157
<b>Tabela C.10-</b>	Análise de variância da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	157
<b>Tabela C.11-</b>	Análise de variância do açúcar redutor da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	158
<b>Tabela C.12-</b>	Análise de variância do açúcar redutor da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	158
<b>Tabela C.13-</b>	Análise de variância da Luminosidade (L*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	159



<b>Tabela C.14</b>	Análise de variância da Luminosidade (L*)da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	159
<b>Tabela C.15-</b>	Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	160
<b>Tabela C.16-</b>	Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	160
<b>Tabela C.17-</b>	Análise de variância da intensidade de vermelho (+b*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	161
<b>Tabela C.18-</b>	Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190°C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr).....	161

## RESUMO

Na indústria alimentícia são utilizados alguns processos que transformam a polpa de fruta em outros produtos tendo, como exemplo desses processos, a secagem por aspersão. Este trabalho objetivou desidratar a polpa de manga cv. Haden formulada em secador por aspersão (*spray dryer*) avaliar a amostra em pó selecionada durante o armazenamento em temperaturas e umidade relativa controlada, além de analisar as isotermas de adsorção de água da melhor formulação. Prepararam-se formulações com a polpa de manga e maltodextrina em diferentes concentrações (30, 35 e 40%) as quais foram desidratadas em secador por aspersão nas temperaturas de 150, 170 e 190 °C. Foi usado para as secagens planejamento experimental, através do esquema fatorial 2<sup>2</sup> com 3 repetições no ponto central (nível 0) com 4 combinações dos níveis +1 e -1 resultando em 7 experimentos. Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas na polpa de manga integral, nas formulações e nos pós obtidos através da secagem por aspersão: atividade de água, teor de água, sólidos totais, cinzas, açúcares redutores, totais e não redutores, proteínas, insolubilidade, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, densidade e tempo de reconstituição e o armazenamento durante 60 dias dos pós selecionados (Experimento 2 - 40% de maltodextrina e temperatura de secagem de 150 °C; Experimento 4 - 40% de maltodextrina e temperatura de secagem de 190 °C) foram realizados nas temperaturas de 30 e 40 °C, com umidade relativa de 55%, em embalagem laminada, avaliando-se o teor de água, atividade de água, pH, acidez total titulável, ácido ascórbico, insolubilidade, açúcares redutores e a cor. Determinou-se a isoterma de adsorção de água do pó selecionado do Experimento 4 (40% de maltodextrina e temperatura de secagem de 190 °C) nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C e ajustou-se os modelos de GAB, Peleg e Oswin aos dados experimentais. Observaram-se na polpa de manga integral, valores maiores de teor de água e atividade de água quando comparados com os valores encontrados nas formulações e pós obtidos. De acordo com o planejamento experimental foram selecionados os pós principalmente através dos parâmetros teor de água, intensidade de amarelo e o ácido ascórbico. Verificou-se que o modelo que melhor se ajustou às isotermas foi o de GAB classificadas como isotermas dos Tipos II e III; no armazenamento os teores de água, atividade de água e pH aumentaram no decorrer do tempo para os dois tipos de pós nas duas temperaturas; a polpa de manga Haden integral foi classificada como ácida e o pó da câmara de secagem resultou em coloração mais escura do que o pó do ciclone.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica*, estocagem, isotermas, planejamento experimental, secagem por aspersão.

## ABSTRACT

Food industry uses some processes to transform fruit pulp in other products, as an example of these processes there is spray drying. The objectives of this study were to dehydrate by spray dryer the mango cv. Haden pulp formulated to evaluate the powder sample selected during storage at controlled temperatures and humidity; as well as analyze the moisture adsorption isotherms of the best formulation. Formulations were prepared with mango pulp and maltodextrin in different concentrations (30, 35 and 40%); and dehydrated by spray dryer at temperatures of 150, 170 and 190 °C. Drying was used for experimental design, with the 2<sup>2</sup> factorial with 3 repetitions in the central point (level 0) and 4 combinations of +1 and -1 levels resulting in 7 experiments. To the full mango pulp, formulations and the powders obtained through spray drying, the following physico-chemical analysis were conducted: water activity, moisture content, total solids, ashes, total, reducing and non-reducing sugars, proteins, insolubility, pH, total titratable acidity, total soluble solids, ascorbic acid, density and reconstitution time. The storage for 60 days of the selected powder (Experiment 2 - 40% of maltodextrin and drying at 150 °C; Experiment 4 - 40% maltodextrin and 190 °C drying temperature) was carried out at temperatures of 30 and 40 °C, with relative humidity of 55%, in laminated packing. Moisture content, water activity, pH, total titratable acidity, ascorbic acid, insolubility, reducing sugars and color were evaluated. The moisture adsorption isotherm of the selected powder was determined in Experiment 4 (40% maltodextrin and drying temperature of 190 °C) at temperatures of 20, 30 and 40 °C and GAB, Peleg and Oswin models were adjusted to the experimental data. Powder selection occurred according to the experimental design, mainly through moisture content parameters, yellowness and ascorbic acid. It was noticed that the model that best suits isotherms is the GAB, categorized as isotherms of Types II and III. In the storing, there was moisture content, water activity and pH increase over time for two types of powders at the two temperatures; the full Haden mango pulp was classified as acidic and the drying chamber powder resulted in a darker color than the cyclone dust.

**Keywords:** *Mangifera indica*, storage, isotherms, experimental design, spray drying.

## 1 - INTRODUÇÃO

A produção de frutas de qualidade cultivadas em acordo com os requisitos da sustentabilidade ambiental, da segurança alimentar e da viabilidade econômica, é a capacidade das condições edafo-climáticas brasileiras cuja variedade e extensão permitem a obtenção de, praticamente qualquer item da fruticultura mundial. Sua maior aptidão, é naturalmente, devido, às culturas tropicais nas quais a vantagem comparativa viabiliza o atendimento das exigências dos mercados interno e externo, em condições vantajosas e em relação aos seus principais concorrentes (NASCIMENTO, 2003).

Quanto a produção de frutas, segundo a Agriannual (2013) o país que mais produz e exporta manga (*Mangifera indica*) é o Brasil, obtendo uma produção de 1.188.911 toneladas sendo 71% da produção destinados às regiões nordeste e 27% à região sudeste, comercialmente essa produção apresenta-se em destaque nos Estados de São Paulo, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais.

Segundo Cardello & Caderllo (1998) a manga se destaca por ser economicamente uma das principais frutas tropicais sobressaindo-se pelo sabor, aroma e coloração. Oliveira et al. (2005) e Araújo (2004) afirmaram que a manga é utilizada comercialmente tanto na forma in natura como na industrializada e dentre as variedades preferidas entre os consumidores tem destaque a cultivar Haden, que é a mais utilizada na fabricação de sucos integrais (puros ou misturados), polpas, doces, geleias, néctares e sorvetes, entre outros produtos. Entretanto, os métodos de conservação e o tipo de transporte dos frutos frescos tem sido um dos grandes motivos de preocupação na produção de manga visto que o prolongamento do tempo de vida útil desses frutos é difícil de se manter devido à alta perecibilidade ( BEZERRA et al., 2010).

Conforme Manheim et al. (1994) a principal forma de conservação de polpas de frutas é por congelamento, por ser um processo simples e que envolve poucas etapas, entretanto, para Souza (2009) exige unidades grandes para armazenamento e transporte, além de alto consumo energético elevando os custos do produto final. Além disso, é um processo que não garante a manutenção do aroma e do sabor de muitas matérias-primas. Uma das alternativas ao congelamento é a secagem, que se destina a concentrar os princípios ativos pela extração da água. De acordo com Costa et al. (2003) ao contrário do congelamento, que tem como objetivo a máxima manutenção das características da matéria-prima fresca, na secagem se cria um novo produto, com características próprias, elevada estabilidade, maior concentração de nutrientes e com alto valor agregado. Além do

mamis acarreta, pela redução de volume, economia no transporte, na estocagem e na vida de prateleira, de vez que pode ser mantido em temperatura ambiente.

A secagem de polpas de frutas por diversos processos é finalizada com a obtenção da polpa em pó, tanto com a fragmentação da polpa seca como pela transformação direta do produto líquido em um pó com baixo teor de umidade, como ocorre na secagem por aspersão. A secagem por aspersão é uma alternativa para aproveitamento do excedente de produção e de material de boa qualidade mas com aparência inadequada para comercialização como frutos de mesa (CASELLI et al., 2009).

De acordo com Masters (1972) na secagem por aspersão a matéria-prima líquida que se encontra na forma de solução, suspensão ou pasta, é alterada para o estado sólido na forma de pó por meio da dispersão de gotículas do material colocado em ambiente com ar aquecido na câmara de secagem. Caselli et al. (2009) relataram que neste processo de secagem se obtém fragmentos isolados, grânulos ou aglomerados cujos formatos dependem das propriedades físicas e químicas do produto, do projeto e da operação do secador.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) para a manutenção das propriedades e qualidade nutricionais os produtos devem ser mantidos em condições ideais de armazenamento, convenientemente acondicionados para que resistam aos efeitos do tempo por um período maior. O pó obtido na secagem por aspersão requer cuidados para manutenção de suas qualidades os quais são, em sua maior parte, satisfeitos pela utilização adequada da embalagem. A embalagem ideal proporciona o máximo isolamento do ambiente externo protegendo-o contra a absorção de umidade, contaminações microbiológicas, luz e oxigênio. Além da proteção física a escolha da melhor embalagem dependerá de diversos fatores, tais como custo, peso e prazo de validade pretendidos, entre outros (BRUNINI et al., 2002).

## **1.1 - Objetivo geral**

Desidratar a polpa de manga cv. Haden em secador por aspersão (*spray drying*) e avaliar a amostra em pó selecionada durante o armazenamento.

### 1.1.1 - Objetivos específicos

- Caracterizar a polpa de manga cv. Haden integral quanto aos parâmetros químicos, físicos e físico-químicos;

- Preparar formulações com a polpa de manga cv. Haden e adição de maltodextrina em três diferentes concentrações (30, 35 e 40%) e caracterizá-las quanto aos parâmetros químicos, físicos e físico-químicos, para em seguida serem submetidas à secagem por aspersão;

- Utilizar o planejamento experimental para realização da secagem por aspersão das formulações elaboradas com a polpa de manga cv. Haden considerando-se, como variáveis de entrada, a temperatura do ar de secagem e a concentração de maltodextrina;

- Realizar análises químicas, físico-químicas e físicas (pH, acidez total titulável, atividade de água, teor de água, ácido ascórbico, açúcares redutores, açúcares totais, açúcares não redutores, cinzas, cor, tempo de reconstituição, insolubilidade e proteínas) nas amostras em pó produzidas pelo processo de secagem por aspersão;

- Determinar as isotermas de adsorção de água da melhor amostra em pó, produzida pelo processo de secagem por aspersão, selecionada a partir da análise dos resultados variáveis respostas (ácido ascórbico, teor de água e intensidade de amarelo) do planejamento experimental;

- Analisar a estabilidade durante 60 dias sob armazenamento acelerado das melhores amostras em pó acondicionadas em embalagens laminadas produzidas pelo processo de secagem por aspersão, selecionadas a partir da análise das variáveis respostas (teor de água, atividade de água, pH, acidez total titulável, ácido ascórbico, insolubilidade, açúcares redutores e cor), do planejamento experimental fatorial.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - A Manga

A *Mangífera indica* L. pertencente à família das Anacardiaceae, tem seu fruto dicotiledônio popularmente conhecido como manga, nativa da região tropical, possui inúmeras variedades cultivadas, e um fruto muito importante para a economia tanto nacionalmente como internacional, sendo bastante consumida nos países norte-americanos, asiáticos e na Europa (BRANDÃO et al., 2003).

Segundo Costa e Santos (2004) na cultura da manga é relevante se escolher bem a variedade a ser cultivada em cada região, de acordo com as necessidades de cada local visando a mercado consumidor, a potencialidade produtiva da variedade escolhida por região, como também as restrições fitossanitárias e pós-colheita, sabendo que a mangueira é uma planta que tem um período extenso de vida onde se não houver uma variedade adequada ocasionará prejuízo a curto prazo na produção.

É importante a escolha da variedade mantendo as características sensoriais das mesmas em excelente estado, sabendo que são necessárias para a boa qualidade dos frutos, a manga conserva as características no sabor, aroma, na sua coloração e principalmente por ter uma grande quantidade de nutrientes (PIMENTEL et al., 2000)

Pinto et al. (2011) afirmaram que no ano de 2010 a produção de manga em nosso país foi de 1,3 mil toneladas de mangas em 75,2 mil hectares de área plantada, sendo 140 mil toneladas voltados à exportação. De acordo com a FAO (2009) e Rosenthal (2008), ao adquirir as devidas regras de cultivo, o Nordeste se destaca por ser a região que mais produz manga no Brasil tendo uma diminuição quando comparada com a produção de uva e melão, que se encontra entre os dez maiores produtores estando no sétimo lugar com produção de 1,5 milhões de toneladas e exportando 116 mil toneladas.

Tem-se, na Tabela 2.1, a produção de manga no Brasil destacando-se a região Nordeste com uma produção de 970.786 toneladas produzindo em uma área de aproximadamente 55% participando com 76,31% da produção nacional, destacando-se o Vale do Rio São Francisco (IBGE, 2009).

**Tabela 2.1** - Tabela da produção da manga no Brasil

<b>Região</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Participação (%)</b>
Nordeste	55.297	970.786	76,31
Sudeste	21.912	281.194	22,10
Sul	823	11.363	0,89
Norte	886	5.097	0,40
Centro Oeste	328	3.744	0,29
<b>Total</b>	<b>79.246</b>	<b>1.272.184</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE (2009)

O avanço da qualidade da manga no Brasil se deve ao investimento nas pesquisas para melhorar e gerar conhecimento e no setor tecnológico, cujo os produtores são parceiros na troca de informações e nos tratamentos dos pomares (BARBOSA, 2010). Obtendo assim, a polpa do fruto, rica em nutrientes, como exemplo, o betacaroteno, ácido ascórbico, sais minerais e alguns teores de fibras tornando a polpa da manga bastante desejada no mercado (MELO et al., 2009).

Na Tabela 2.2 tem-se a composição de alguns parâmetros químicos e minerais da manga (TACO, 2009).

**Tabela 2.2** - Composição centesimal da manga

Cada 100 g da fruta contém:	
Calorias	64 Kcal
Carboidratos	16,7 g
Proteínas	0,4 g
Fibras alimentar	1,6 g
Lipídeos	0,3 g
Magnésio	8 mg
Fósforo	9 mg
Potássio	148 mg
Cálcio	12 mg
Sódio	1 mg
Vitamina C	17,4 mg

Fonte: TACO, 2009



Segundo Park et al. (2001) o índice elevado de nutrientes é um dos motivos pelos quais a manga é um fruto bastante procurado e cujo consumo pode ser de inúmeras maneiras sendo a in natura a mais destacada, não deixando de mencionar o consumo da manga em sua forma processada como em sucos (puros ou misturados), geleias, compotas, sorvetes, gelatinas e iogurte entre outros.

Para Donadio et al. (1998) outra forma que vem sendo bastante usada no consumo da manga é a desidratada através de métodos de secagem fazendo com que a fruta seja consumida mesmo não sendo seu período de safra, além de ser um método bastante eficaz na conservação com menor custo menor por não necessitar de ambiente refrigerado. Como o aroma é uma das suas características atrativas, a secagem também mantém o aroma por um período extensivo quando deixado em temperatura ambiente, enfim, a desidratação dos frutos diminui as atividades enzimáticas e oxidativas.

### **2.1.1 - Polpa de manga**

O mercado industrial e o consumo in natura de polpa de frutas, como a de manga, é de grande importância no mercado brasileiro. No país se encontram inúmeras variedades dessa fruta, sendo a manga a fruta escolhida com melhor aceitação no mercado em virtude de render uma grande quantidade de polpa, principalmente para a indústria. A caracterização física e química tem grande destaque sobretudo quando se trata do consumo do fruto que é procurado dentre as variedades que contêm baixa acidez, teores de sólidos solúveis elevados variando entre 15 a 20 °Brix e variedades que contem teores de fibras menores. A cultura, o clima, a variedade e o período de maturação e a forma de armazenamento modificam a composição química e as características da polpa da manga tendo elas um teor de umidade em torno de 80% (CARDELLO & CARDELLO, 1998; GONÇALVES et al., 1998; WU et al., 1993).

Para evitar a oxidação e promover o manuseio fácil das polpas de manga elas são embaladas em sacos de polietileno após passarem por processamento. Delas são retiradas as cascas e o caroço e se coloca a parte comestível do fruto em uma despoldadeira onde será obtida a polpa, para utilização como matéria-prima na fabricação de outros produtos, a exemplo de néctares, geleias, sorvetes, doces e produtos em pó (BRUNINI et al., 2002).

De acordo com Brasil (1978) alguns procedimentos que transformam a polpa em outros produtos são muito utilizados na indústria, como o processamento da manga para fabricação de doce em pasta de manga que procede da desintegração do fruto com

açúcares, com acréscimo ou sem de água, pectina, controlador do pH e aditivos que são armazenados em condições adequadas para que seja conservado por um período maior.

### **2.1.2 - Manga cv. Haden**

Segundo Faraoni et al. (2009) as variedades produzidas em quantidades elevadas no Brasil são “Haden”, “Keitt”, “Van Dyke”, “Rosa”, “Ubá” e “Tommy Atkins”.

A manga da variedade Haden é um fruto proveniente de árvores que se destacam por serem grandes e possuírem uma copa bastante densa. Originária da Flórida, EUA, a manga Haden se adaptou perfeitamente aqui no Brasil, tendo seu maior desenvolvimento na região Nordeste, visto que os estados que se destacam por essa produção são Pernambuco e Bahia cultivando cerca de 627,4 a 1497,4 hectares segundo dados da Codevasf/Censo Frutícola (2001).

A manga cv. Haden (Figura 2.1) se caracteriza por apresentar formato ovalado, cor pouco amarelada mesclado quase todo de vermelho, e principalmente por apresentar um teor de fibra menor em comparação com as outras variedades. Suas sementes são monoembriônica o que dificulta o vingamento e diminui em relação aos outros frutos e diminuindo também a produção, elevando os preços no mercado (COSTA & SANTOS, 2004).



**Figura 2.1 - Manga cv. Haden**

Os frutos da manga Haden se caracterizam por apresentar grande potencial nutritivo destacando-se por ser um fruto com grande teor de vitamina A e grande concentração de  $\beta$ -caroteno. Amorim et al. (2012) encontraram um elevado teor de  $\beta$ -caroteno na manga Haden de 1,47 mg/100 g de  $\beta$ -caroteno.

## 2.2 - Aditivo e maltodextrina

O aditivo sempre quando utilizado em pequenas concentrações nos alimentos proporciona melhoria nas características dos produtos quanto ao seu sabor, aroma, textura e em particular na sua conservação sabendo que de forma alguma o mesmo possa diminuir o valor nutricional dos produtos. O acréscimo de aditivos aos alimentos gera uma grande polêmica, visto que a partir do instante que o alimento altera suas propriedades o mesmo mantém os nutrientes do produto, porém de certa forma, já se considera violado com essa finalidade, pois os aditivos tem função de transformar as propriedades físicas, biológicas e químicas no decorrer do processamento do alimento, principalmente durante a secagem, sem intenção de nutrir esses alimentos objetivando o processo de modificação (MIQUELIM, 2006; SCHVARTSMAN, 1982).

Segundo Goula e Adamopoulos (2010), Yousefi et al. (2010), Mousavi (2010), Tonon et al. (2009), Chegini e Ghobadian (2007) e Oliveira et al. (2007) os adjuvantes de secagem auxilia no processo de modificação dos alimentos que passa por uma dificuldade devido a aderência do pó, esse problema pode ser evitado utilizando a adição destes aditivos, esses adjuvantes tem por finalidade elevar a temperatura de transição vítrea promovendo a diminuição da higroscopicidade dos pós.

As maltodextrinas são utilizadas na secagem por aspersão e são classificadas com relação a dextrose equivalente (DE), onde seu peso molecular médio é inversamente proporcional a sua capacidade de redução, além disso, as maltodextrinas são polímeros de glicose dos amidos produzidos geralmente através dos processos enzimáticos (BeMILLER; WHISTLER, 1996; REINECCIUS, 1991).

De acordo com Shahidi & Han (1993) e Reineccius (1991) a maltodextrina por possui um custo menor, baixa higroscopicidade e impede o agrupamento das partículas é um dos aditivos mais usados para transformação dos alimentos nas secagens, devido ao efeito antioxidante, além disso quando submetidos a concentrações de 65 a 80% detém os voláteis.

Oliveira et al. (2015) utilizaram, para facilitar o processo de secagem por aspersão da polpa de mandacaru e minimizar a higroscopicidade do produto em pó, como adjuvante de secagem a maltodextrina com concentrações de 10% com dextrose equivalente de 10 e 14. Diógenes et al. (2015) avaliaram as polpas de manga cv. Haden integral e formulada com adição de 30% de maltodextrina com dextrose equivalente 10, verificando que as mesmas apresentaram características físico-químicas diferentes.

Santos et al. (2013) ao realizarem a desidratação de polpa de caju em leite de jorro adicionaram como agente carreador para o preparo das suas formulações, a maltodextrina com concentração de 10% com dextrose equivalente de 14. Ferreira et al. (2014) utilizaram para a secagem da polpa de seriguela em secador por aspensão a adição de 10% de maltodextrina com dextrose equivalente 20.

### **2.3 - Secagem de polpa de frutas**

Um dos motivos que leva a secagem dos frutos é o aumento do tempo de conservação dos alimentos, diminuindo o teor de água dos produtos e também o índice microbiano. O processo de secagem é de grande importância para manter os nutrientes dos frutos por um período maior, preservando as características e mantendo o valor comercial dos produtos (GURJÃO, 2006; TRAVAGLINI et al., 1993).

Segundo Madamba (2007) a secagem visa à redução do teor de água e diminuição da atividade de água através da vaporização da água pela passagem de ar aquecido mantendo a características dos produtos alimentícios preservando suas qualidades biológicas e nutritivas durante seu processo de comercialização.

De acordo com Dantas (2010), Ramaswamy & Marcotte (2006), Barbanti et al. (1994) e Keey (1992) existem diversos métodos de secagem, para frutos cada um tem sua função na qual se adapta de acordo com as necessidades, vantagens e desvantagens. Dentre os métodos de secagem, os mais utilizados na desidratação de polpa de frutas são: a liofilização, secagem por aspensão, secagem em camada de espuma e cocristalização. Nestes métodos ocorre a transferência de vapor do produto desidratado para a fase gasosa não saturada, transformando o material em solido seco.

#### **2.3.1 - Secagem por aspensão**

A secagem por aspensão tem como objetivo a transformação de líquidos na forma de solução, suspensão ou pasta, em pós na forma de partículas isoladas, grânulos ou aglomerados; nesse processo o líquido evapora com grande rapidez, através da passagem de calor do ar aquecido para as gotículas (SOUZA et al., 2006; RANKELL et al., 2001; SANTOS, 2000; SHAW, 1997; BROADHEAD et al., 1992).

A secagem por aspensão promove a desidratação dos alimentos através da retirada imediata de umidade das gotículas da polpa ou do produto líquido no interior da câmara de

ar de secagem, resultando em um produto sólido em pó. Os problemas obtidos na secagem de polpas de frutas com teor de açúcar elevado e apresentando na sua formulação ácidos e açúcares de peso molecular baixo são amenizados (DEYMONAZ et al., 2002; BHANDARI et al., 1997; MASTERS, 1972).

A retirada da umidade, ou seja, do teor de água dos alimentos está inter-relacionada ao processo de transferência de calor e massa determinada através da remoção de água de um produto por vaporização, esse processo é conhecido como secagem, um método que modifica as características físicas dos produtos (BIAZUS et al., 2006; RIBEIRO et al., 2005).

Segundo Cano-Chauca (2005) e Andrade & Flores (2004) as propriedades do produto em pó após a secagem por aspersão depende do conteúdo de sólidos, da viscosidade e da temperatura.

A secagem por aspersão tem como principal característica preservar as características dos produtos por meio da redução do nível de água dos alimentos até que o agrupamento de açúcares, ácidos e sais aumentem para que não haja a proliferação de micro-organismos (TANG & YANG, 2004; TEIXEIRA NETO, 2001; ITAL, 1993).

A umidade, solubilidade e densidade avaliados na secagem por aspersão são de grande importância, pois avalia a qualidade do pó obtido nesse processo de secagem (SOUZA, 2003; ISONO et al., 1995).

Um dos problemas da secagem por aspersão é o baixo rendimento e as reações deteriorativas que prejudicam as propriedades dos frutos, sobretudo quando se trata de produtos com elevados teores de açúcares, como os sucos de frutas. A baixa temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) se torna um dos motivos das complicações no processo de secagem de frutas, provocando a absorção de água, formando aglomerados, e dissolvendo os açúcares amorfos e recristalizando-os. Utilizando temperaturas de 150, 120 e 100 °C na secagem de suco de abacaxi, foi verificado que a temperatura de 150 °C se comportou da melhor forma, destacando-se por obter um rendimento de 82%, diferentemente das outras temperaturas que tiveram rendimento inferior (ALMEIDA, 2012; JULIANO, 2010; ENDO et al., 2007).

### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos deste trabalho foram realizados 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).

#### 3.1 - Matéria-prima

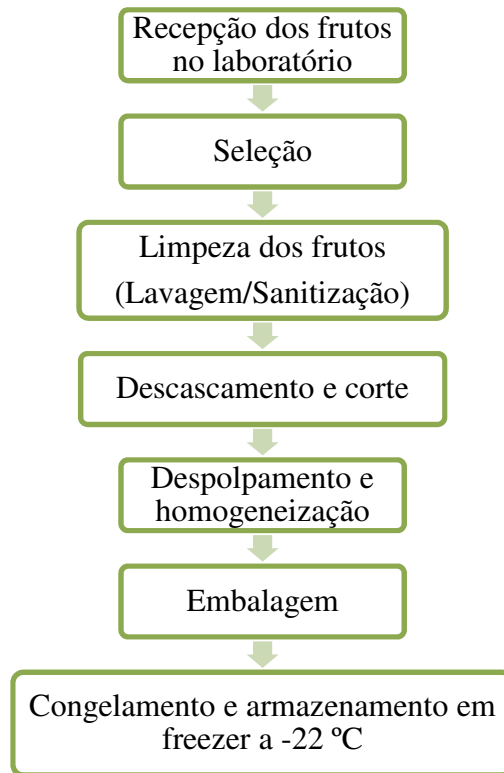
Mangas da variedade Haden (*Mangífera indica* L) (Figura 3.1) foram utilizadas como matéria-prima, no corrente trabalho, obtidas no comércio de Campina Grande-PB, em estágio de maturação maduro. Os frutos foram conduzidos até a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Campina Grande, onde foram despoldados.



**Figura 3.1** - Manga Haden (*Mangífera indica* L)

#### 3.2 - Processamento da manga

As mangas foram acondicionadas em caixas plásticas e levadas ao laboratório, em seguida, processadas de acordo com as etapas do fluxograma ilustrado na Figura 3.2.



**Figura 3.2** – Fluxograma das etapas do processamento da polpa manga cv. Haden

Os frutos foram levados para o laboratório, onde foram selecionados de acordo com o estágio de maturação, ausência de lesões mecânicas e podridão; em seguida foram lavados em água corrente com o auxílio de esponja e detergente neutro para remoção de sujeira e só então mergulhados em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm) durante 15 minutos para sanitização; e posteriormente lavados em água corrente para remoção da solução sanitizante.

Após sua higienização os frutos, os mesmos foram colocados sobre papel absorvente até que a água escorresse naturalmente da superfície do fruto. Em seguida os frutos foram descascados e cortados manualmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável para extração do endocarpo (polpa). A polpa foi conduzida para uma despolpadeira mecânica, para obtenção da polpa integral, a seguir homogeneizou-se toda a polpa, e em seguida foi feito o processo de embalagem, manualmente, em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade para 500 g; as polpas embaladas foram armazenadas em freezer na temperatura de -22 °C.

### **3.3 - Caracterização química, física e físico-química**

A polpa de manga Haden integral, as polpas formuladas e as amostras em pó foram caracterizadas física, química e físico-quimicamente. As análises foram realizadas, em triplicata, de acordo com as metodologias do Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

#### **3.3.1 – pH**

O pH foi determinado, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, pelo método potenciométrico, com o medidor de pH de bancada Tecnal Tec-2 calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

#### **3.3.2 - Sólidos solúveis totais (°Brix)**

O teor de sólidos solúveis totais em °Brix foi determinado, na polpa integral e nas polpas formuladas, pelo método refratométrico, com o auxílio de um refratômetro tipo Abbe.

#### **3.3.3 - Ácido ascórbico**

O teor de ácido ascórbico foi determinado, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, segundo o método da AOAC (1997), modificado por Benassi & Antunes (1998) no qual se utiliza ácido oxálico como solução extratora, e se baseia na titulação da amostra, empregando-se o 2,6 diclorofenol indofenol sódio que dá cor azul em solução alcalina e cor rosa em solução ácida. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g da amostra.

#### **3.3.4 - Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, titulando-se a amostra com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L, usando-se fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % de ácido cítrico.



### **3.3.5 – Cinzas**

A determinação das cinzas, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, foi realizada por meio de incineração em forno mufla à 550°C e os resultados foram expressos em %.

### **3.3.6 - Proteínas**

O teor de proteínas foi determinado, na polpa integral e nas amostras em pó, usando-se o método de Kjeldahl.

### **3.3.7 - Cor**

Os parâmetros da cor, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, foram determinados por meio de leitura direta das coordenadas luminosidade (L\* - 0 a 100), intensidade de vermelho (+a\*), e intensidade de amarelo (+b\*), utilizando-se o espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus, calibrado com uma placa branca e preta.

### **3.3.8 - Densidade**

Para determinação da densidade da polpa da manga integral foi utilizado o método picnométrico. O método consiste na medida da massa em um picnômetro de vidro de 25 mL, sendo a densidade calculada como a relação entre a massa e o volume da amostra.

### **3.3.9 - Teor de água**

A determinação do teor de água, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, foi realizada em estufa com vácuo a 70 °C até peso constante, expresso em % (IAL, 2008).

### **3.3.10 - Atividade de Água**

A atividade de água foi determinada a 25 °C, na polpa integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, usando-se o higrômetro Aqualab 3TE, da Decagon Devices.

### **3.3.11 - Açúcares totais, redutores e não-redutores**

Os açúcares redutores, não redutores e totais foram determinados, na polpa de integral, nas polpas formuladas e nas amostras em pó, através do método de Lane e Eynon de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Os resultados foram expressos para os açúcares totais e redutores, em % glicose, e para os açúcares não redutores, em % sacarose.

### **3.3.12 – Insolubilidade**

A insolubilidade das amostras em pó foi determinada pesando-se aproximadamente 1g do pó de manga adicionado a 50 mL de água destilada e agitando-se por 1 minuto a amostra, após agitação a solução foi filtrada em papel filtro previamente tarado e colocado em estufa a 105 °C durante 24 horas (DACANAL, 2005).

### **3.3.13 - Tempo de reconstituição**

O tempo de reconstituição das amostras em pó foi determinado adicionando-se 1 grama da amostra em pó em 40 mL de água destilada e agitou-se a solução até o pó ser totalmente dissolvido, anotando-se o tempo.

### **3.3.14 – Microscopia eletrônica de varredura**

A avaliação da morfologia das partículas das amostras em pó foi obtida através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) no Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais (UAEMa/CCT/UFCG); inicialmente, as amostras em pó foram depositadas em pequena quantidade em porta amostra metálico (“stubs”) com fita adesiva de dupla face condutora convencional; após, foram metalizadas com uma liga de ouro/paládio, em um metalizador Quik Coat SC-701, (Sanyu Electron,

Tóquio, Japão); prosseguindo, as amostras foram analisadas em um microscópio eletrônico de varredura (Superscan SSX-550, Shimadzu) e as imagens adquiridas através do software LEO, versão 3.01. Os aumentos obtidos das imagens das formulações do pó foram de 40, 50, 100, 500 e 1500 vezes.

### **3.3.15 – Pectina**

Determinou-se o teor de pectina na polpa integral utilizando-se o método de Carré e Haynes (PEARSON, 1970). O resultado foi expresso em percentagem de pectato de cálcio (p/p).

### **3.3.16 – Sólidos insolúveis**

Os sólidos insolúveis em água foram determinados na polpa integral de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

## **3.4 - Preparo das polpas formuladas**

Inicialmente, a polpa de manga Haden integral foi descongelada até atingir a temperatura ambiente ( $\cong 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), em seguida, adicionou-se, à polpa de manga, maltodextrina (Mor Rex®, Corn Products Brasil), com dextrose equivalente (DE) igual a 14, em três distintas concentrações (30, 35 e 40%). A polpa com maltodextrina (formulação) foi homogeneizada em liquidificador até completa dissolução da maltodextrina. As formulações foram analisadas, em triplicata, quantos aos parâmetros químicos, físicos e físico-químicos descritos no item 3.3.

## **3.5 - Planejamento experimental para a secagem por aspersão**

O planejamento experimental utilizado teve como objetivo avaliar a secagem por aspersão das formulações elaboradas com a polpa de manga cv. Haden.

Inicialmente foram feitos feitos testes preliminares para se obter a faixa de concentração de maltodextrina a ser utilizada. Testes foram realizados com as concentrações de maltodextrina de 20, 25 e 30% (Tabela 3.1), verificando-se que as concentrações abaixo de 30% de maltodextrina não era viável visto que as amostras

caramelizaram durante o processo de secagem por aspersão utilizando a temperatura de secagem média de 170 °C.

A partir dos testes foram tomadas, como variáveis de entrada a temperatura do ar de secagem e a concentração de maltodextrina (Tabela 3.2) e, como variáveis de resposta, as análises físicas, químicas, e físico-químicas (pH, acidez total titulável, atividade de água, teor de água, ácido ascórbico, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, cinzas, cor, tempo de reconstituição, insolubilidade e proteínas), determinadas de acordo com as metodologias citadas no item 3.3. O planejamento experimental adotado foi o fatorial 2<sup>2</sup> com 3 repetições no ponto central (nível 0) e com 4 combinações dos níveis +1 e -1, totalizando 7 experimentos, conforme a matriz do planejamento fatorial (Tabela 3.3).

**Tabela 3.1** – Testes preliminares dos níveis reais e codificados do planejamento fatorial 2<sup>2</sup>

Variável	Nível -1	Nível 0	Nível +1
Concentração de maltodextrina (%)	20 (Houve caramelização)	25 (Houve caramelização)	30 (Não houve caramelização)
Temperatura do ar de secagem (°C)	170	170	170

**Tabela 3.2-** Níveis reais e codificados do planejamento fatorial 2<sup>2</sup>

Variável	Nível -1	Nível 0	Nível +1
Concentração de maltodextrina (%)	30	35	40
Temperatura do ar de secagem (°C)	150	170	190

**Tabela 3.3** - Matriz de planejamento fatorial  $2^2$  com 3 repetições no ponto central para a polpa de manga formulada

<b>Experimento (n°)</b>	<b>Concentração de maltodextrina(%)</b>	<b>Temperatura do ar de secagem (°C)</b>
<b>1</b>	-1(30)	-1(150)
<b>2</b>	+1(40)	-1(150)
<b>3</b>	-1(30)	+1(190)
<b>4</b>	+1(40)	+1(190)
<b>5</b>	0(35)	0(170)
<b>6</b>	0(35)	0(170)
<b>7</b>	0(35)	0(170)

O programa Statistica foi usado para a análise de regressão dos dados e na elaboração das figuras dos experimentos segundo o planejamento experimental fatorial.

Os efeitos das variáveis independentes (entrada) sobre as respostas foram analisados utilizando-se o programa Statistica, gerando os erros padrão, os coeficientes t e a significância estatística (p). Um modelo matemático e as superfícies de respostas foram obtidos através da avaliação dos efeitos das temperaturas de secagem e das concentrações de maltodextrina sobre as variáveis de respostas estudadas, para assim representar as alterações das variáveis, utilizando o teste F.

### **3.5.1 – Secagem**

Realizaram-se, inicialmente, testes preliminares de secagem da polpa de manga Haden em secador por aspersão (modelo LM MSD 1.0 da marca Labmaq do Brasil), com o intuito de selecionar as condições de operação do secador (diâmetro do bico pneumático, pressão do ar de secagem, vazão da bomba peristáltica, vazão do ar comprimido). Após os testes preliminares, selecionou-se como parâmetros do secador: bico pneumático com diâmetro de 1,2 mm; vazão de alimentação da amostra de  $0,5 \text{ L h}^{-1}$ ; pressão do ar de  $30 \text{ kgf cm}^{-2}$ ; e vazão do ar comprimido de  $30 \text{ L/min}$ . A partir destes parâmetros foram realizados os experimentos de secagem por aspersão das formulações elaboradas de acordo com o item 3.4 e de acordo com o planejamento experimental.

Após as secagens foram coletadas as amostras em pó na câmara de secagem do secador, denominando-se de Tipo A, e no ciclone, denominando-se Tipo B.

### 3.6 - Armazenamento das amostras em pó

O armazenamento foi realizado após a obtenção do pó da manga Haden pelo processo de secagem por aspersão utilizando os resultados do planejamento experimental das amostras da polpa de manga Haden em pó do Tipo A. Foram selecionados dois dos experimentos avaliados no planejamento fatorial de acordo com os parâmetros estudados sendo, assim, avaliadas as melhores amostras segundo o planejamento experimental após a secagem por aspersão. Essas amostras foram submetidas a um armazenamento acelerado em condições de temperatura e umidade relativa do ar controladas. Os dois experimentos do planejamento experimental para o armazenamento, foram escolhidos por apresentarem um teor de água inferior, sendo eles o Experimento 2 (temperatura do ar de secagem de 150 °C e a polpa com adição de 40% de maltodextrina) e o Experimento 4 (temperatura de ar de secagem de 190 °C e a polpa com adição de 40% de maltodextrina).

Cada amostra de pó contendo aproximadamente 15 g foi acondicionada em embalagens flexíveis laminadas, compostas por quatro camadas (poliéster com espessura de 12 µm com gramatura de 16,8 g/m<sup>2</sup>; alumínio com espessura de 8 µm com gramatura de 21,6 g/m<sup>2</sup>; outra camada com espessura de 100 µm com gramatura de 92,0 g/m<sup>2</sup>; adesivo contendo a gramatura de 5,0 g/m<sup>2</sup> totalizando a espessura total de 120 µm e gramatura de 135,4 g/m<sup>2</sup>), a taxa de transmissão de vapor de água do papel aluypet utilizado no armazenamento foi de 0,18 g/m<sup>2</sup>/dia e a taxa de permeabilidade ao oxigênio de 0,20 cc/m<sup>2</sup>/dia.

Após seu acondicionamento as amostras nas embalagens, as amostras foram fechadas com seladora mecânica, em seguida, armazenadas em recipientes de vidro hermético, contendo soluções saturadas de brometo de sódio (NaBr) com umidade relativa controlada de 55%. Os recipientes foram colocados em câmaras do tipo BOD, nas temperaturas de 30 e 40 °C.

O armazenamento ocorreu no período de 60 dias, tendo-se avaliados, a cada 10 dias, a estabilidade das amostras através da determinação dos parâmetros de qualidade determinando-se: teor de água, pH, açúcares redutores, acidez total titulável, ácido ascórbico, insolubilidade, cor e atividade de água, de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008); ácido ascórbico (AOAC, 1997; modificado por BENASSI & ANTUNES, 1988); insolubilidade e cor (espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus).

### **3.6.1 - Análise dos dados**

Foi realizada a análise estatística, dos dados obtidos experimentalmente, ao longo do armazenamento, utilizando o programa computacional Assistat versão 7.5 Beta. O delineamento inteiramente casualizado foi utilizado em esquema fatorial (7 x 2) com 2 temperaturas (30 e 40 °C), 7 tempos de armazenamento (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias), 2 tipos de amostras diferentes do planejamento experimental (Experimentos 2 e Experimento 4) e 3 repetições, as médias foram comparadas através do teste de Tukey, e foi aplicada regressão polinomial aos dados experimentais dos parâmetros analisados separadamente, em função do tempo de armazenamento e para cada condição de armazenamento (umidade relativa e temperatura) e das amostras analisadas (Experimento 2 e Experimento 4) armazenadas na solução saturada de sal de brometo de sódio (NaBr).

### **3.7 - Isotermas de adsorção de água da manga Haden em pó**

Determinaram-se as isotermas de adsorção de água da manga em pó produzida de acordo com as condições do Experimento 4 (temperatura de ar de secagem = 190 °C; 40% de maltodextrina) do planejamento experimental fatorial. As isotermas de adsorção de água foram determinadas em triplicata, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, utilizando-se o método estático-indireto segundo a metodologia de Capriste & Rotstein (1982). Para tal as leituras da atividade de água das amostras foram realizadas no higrômetro Aqualab modelo 3TE da Decagon. Enfim, o teor de água de equilíbrio, em base seca, foi determinado pela relação entre a massa de água e a massa seca da amostra.

Os modelos matemáticos de GAB, Peleg e Oswin (Tabela 3.4) foram ajustados aos dados experimentais das isotermas de adsorção de água das amostras em pó fazendo-se uso de regressão não linear e utilizando o programa Statistica.

**Tabela 3.4** – Modelos de ajuste das isotermas de adsorção de água

Modelo	Equação
GAB	$X_e = \frac{X_m C K a_w}{(1 - K a_w)(1 - K a_w + C K a_w)}$
Peleg	$X_e = K_1 a_w^{n_1} + K_2 a_w^{n_2}$
Oswin	$X_e = a \left( \frac{a_w}{1 - a_w} \right)^b$

Onde:  $X_e$  – teor de água de equilíbrio;  $a_w$  - atividade de água;  $X_m$  – umidade na monocamada molecular; C e K – parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto;  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ , a e b – constantes da equação

Os critérios utilizados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio percentual médio (P), (Equação 3.1).

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(X_{exp} - X_{pred})|}{X_{exp}} \quad (3.1)$$

Em que:

P – desvio percentual médio (%)

$X_{exp}$  – valores obtidos experimentalmente

$X_{pred}$  – valores preditos pelo modelo

n – número de dados experimentais



## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa integral da manga Haden

Na Tabela 4.1 estão contidos os valores médios das determinações químicas, físicas e físico-químicas da polpa de manga Haden integral e os desvios padrão.

**Tabela 4.1** - Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos da polpa de manga Haden integral

Parâmetro	Média e desvio padrão
Sólidos totais (%)	14,83 ± 0,08
Teor de água (%)	85,17 ± 0,08
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,00 ± 1,00
pH	4,14 ± 0,01
Acidez total titulável (% ac. cítrico)	0,38 ± 0,02
Ácido ascórbico (mg/100 g)	2,50 ± 0,14
Açúcares totais (% glicose)	8,56 ± 0,09
Açúcares redutores (% glicose)	4,51 ± 0,03
Açúcares não redutores (% glicose)	3,85 ± 0,07
Pectina (% de pectato de cálcio)	0,61 ± 0,01
Sólidos insolúveis (%)	0,42 ± 0,01
Cinzas (%)	0,16 ± 0,01
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	1088,4 ± 13,0
Atividade de água (a <sub>w</sub> )	0,992 ± 0,003
Proteínas (%)	0,32 ± 0,01
Luminosidade (L*)	48,83 ± 0,32
Intensidade de vermelho (+a*)	8,67 ± 0,90
Intensidade de amarelo (+b*)	57,40 ± 1,12

Observa-se, para os sólidos totais e teores de água da polpa de manga Haden integral, que neste trabalho apresentaram em média 14,83% e 85,17% b.u., sendo esses valores médios inferiores aos encontrados por Benevides et al. (2008) que ao avaliarem a qualidade da manga e a polpa da manga ubá, encontraram valores de 15,97% e 16,10%

para sólidos totais, atendendo ao exigido pela legislação que é de 14%, já para o teor de água o mesmo autor encontrou 84,03% b.u. e 83,90% b.u valores aproximados aos encontrados neste trabalho.

Para os resultados dos sólidos solúveis totais (°Brix), o valor encontrado de 10,0 °Brix é bem próximo do valor encontrado por Moreira et al. (2013) que ao analisarem a polpa de manga da variedade Tommy Atkins *in natura* obtiveram 12,80 °Brix, já para Benevides et al. (2008) ao estudarem os sólidos solúveis totais para a manga encontraram o valor de 14 °Brix, valor esse bem próximo ao encontrado nesse trabalho.

Já o valor médio para o pH da polpa de manga Haden integral foi de 4,14 está um pouco acima do valor encontrado por Brito et al. (2013) que foi de 3,30 para o pH da manga Tommy Atkins. Dantas (2010) ao avaliar a polpa de manga encontrou o valor de 3,92 para o pH mostrando-se ácido.

O valor da acidez total titulável (% ac. cítrico) determinado para polpa de manga Haden integral foi de 0,38 mostrando-se um pouco abaixo do resultado encontrado por Brandão et al. (2003) ao estudarem a manga da variedade Coité foi de 0,61(% ac. cítrico). O valor encontrado para a acidez neste trabalho mostra-se dentro dos padrões da legislação brasileira onde o valor mínimo exigido é de 0,32% de ácido cítrico para polpa de manga Haden (BRASIL, 2000).

Para o ácido ascórbico o valor médio encontrado para a polpa integral de manga Haden foi de 2,50 (mg/100 g), estando o teor de ácido ascórbico em torno do encontrado por Grizotto et al. (2005) que encontraram valor aproximado de 2,00 (mg/100 g). Silva et al. (2012) determinaram, analisando a polpa de manga, analisando o valor de 20,88 (mg/100 g) valor bem acima da média encontrada neste trabalho.

Gomes et al. (2002) descrevem que o grupo dos açúcares solúveis encontrados nos frutos são determinantes da doçura, sabor e cor. Os valores dos açúcares totais, redutores e não redutores foram de 4,51% glicose, 8,56% glicose e 3,85% sacarose, respectivamente, para manga Haden. Bezerra et al. (2011) estudaram os açúcares para as polpas de manga Rosa e Tommy Atkins, encontraram valores próximos aos valores determinados para os açúcares da manga Haden sendo para os açúcares redutores um valor médio de 4,25 e 4,10%; para açúcares totais de 8,55 e 11,28%; para açúcares não redutores de 4,08 e 6,82%. Faroni et al. (2009) avaliaram os açúcares totais, redutores e não redutores obtiveram valores médios de 5,0% glicose, 10,5% glicose e 5,5% sacarose, respectivamente, para a manga *in natura* da cultivar Ubá.

Para pectina foi determinado de 0,61% de pectato de cálcio, os resultados encontrados por Damini et al. (2009) ao estudar polpa de manga cv. Haden determinou que o teor de pectina são aproximadamente 50% inferior ao encontrado neste trabalho, obtendo o valor médio de 0,35 g pectato de cálcio/100 g.

As cinzas são quantidades de minerais encontrados nos alimentos, o valor encontrado para a polpa integral de manga Haden foi de 0,16%, mostrando-se abaixo do teor de cinzas determinado por Bezerra (2009) ao estudar a manga da variedade Espada, variedade Rosa e variedade Tommis Atkins determinaram valores de 0,35%, 0,31% e 0,22%, respectivamente.

Atividade de água ( $a_w$ ) e proteínas determinadas para polpa da manga em estudo apresentaram valores de 0,992 e 0,32%, respectivamente. Pina et al. (2003) ao analisarem a manga da variedade coité obteve valores de 0,970 para atividade de água estando esse valor próximo ao valor encontrado neste estudo. Silva Filho (2012) avaliando a polpa de manga cv. Haden encontrou o valor de 0,992 para a atividade de água. Damini et al. (2009) encontraram valores elevados na determinação de proteínas com valor médio de 0,71% para polpa da mesma variedade desse estudo.

Os valores para luminosidade, intensidade de vermelho e de intensidade de amarelo determinados neste estudo foram de 48,83; 8,67 e 57,40 estando próximos aos encontrados por Moreira et al. (2013) que analisaram a polpa de mangas maduras (*M. indica* L.) cv. Dussehri, obtendo valores de 65,80 para Luminosidade, 9,16 para intensidade de vermelho e 40,20 para intensidade de amarelo valores próximos aos analisados no estudo da manga Haden deste trabalho. Faroni et al. (2013) determinaram os valores de 63,45 para Luminosidade, 19,83 para intensidade de vermelho e 52,88 de intensidade de amarelo para a polpa de manga da cultivar Ubá.

A variação de valores determinados neste trabalho com os observados na literatura se deve, provavelmente, ao tipo de manejo utilizado nessa cultura, desde a formação do pomar, fornecimento de água, tipo de solo, forma de armazenamento e processamento dos frutos, entre outros fatores.

## 4.2 – Formulação

### 4.2.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa da manga Haden

Na Tabela 4.2 encontram-se os valores das determinações química, física e físico-química das diferentes formulações elaboradas com a polpa de manga Haden e diferentes concentrações de maltodextrina (30, 35 e 40%).

**Tabela 4.2** - Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos das diferentes formulações elaboradas com a polpa de manga e diferentes concentrações de maltodextrina.

Parâmetro	Média e Desvio Padrão		
	30% de maltodextrina	35% de maltodextrina	40% de maltodextrina
Sólidos solúveis totais (°Brix)	30,00 ± 0,00	32,00 ± 0,00	37,00 ± 0,00
pH	3,26 ± 0,001 a	4,38 ± 0,02 a	4,44 ± 0,02 a
ATT (% ácido cítrico)	0,32 ± 0,04 a	0,36 ± 0,01 a	0,37 ± 0,01 a
Atividade de água	0,982 ± 0,003 a	0,983 ± 0,001 a	0,982 ± 0,001 a
Teor de água (% b.u.)	67,89 ± 0,627 a	65,69 ± 0,320 b	63,71 ± 0,222 c
Sólidos totais (%)	32,10 ± 0,63 c	34,31 ± 0,32 b	36,29 ± 0,22 a
Ácido ascórbico (mg /100 g)	5,77 ± 0,95 b	6,92 ± 0,20 ab	7,33 ± 0,06 a
Açúcares redutores (% glicose)	7,11 ± 0,43 b	8,51 ± 0,34 b	9,29 ± 0,73 a
Açúcares totais (% glicose)	10,56 ± 0,29 b	12,63 ± 0,41 b	14,40 ± 0,53 a
Açúcares não-redutores (% sacarose)	3,45 ± 0,16 a	4,11 ± 0,37 a	5,11 ± 0,39 a
Cinzas (%)	0,35 ± 0,02 a	0,34 ± 0,02 ab	0,29 ± 0,03 b
Luminosidade (L*)	33,03 ± 0,08 c	43,37 ± 0,50 a	37,18 ± 0,28 b
Intensidade de vermelho (+a*)	12,76 ± 0,03 a	7,09 ± 0,21 b	6,45 ± 0,09 c
Intensidade de amarelo (+b*)	56,19 ± 0,14 a	48,64 ± 2,52 b	48,98 ± 2,27 b

Verifica-se que os valores experimentais determinados nas caracterizações química, física e físico-química das polpas de manga Haden formuladas, foram modificados com a adição de maltodextrina, comparando-os com os valores experimentais apresentados na caracterização da polpa de manga Haden integral (Tabela 4.1).

Considerando a Tabela 4.2 verifica-se que as determinações de acidez e atividade de água não foram influenciados estatisticamente com o aumento da concentração de

maltodextrina, mostrando valores significativamente iguais entre as três formulações. Observa-se que houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) com o aumento das concentrações de maltodextrina nos teores de sólidos totais, ácido ascórbico, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, luminosidade e intensidade de amarelo, já para os parâmetros teor de água, teor de cinzas e intensidade de vermelho ocorreu decréscimo dos valores médios de acordo com a elevação da concentração de maltodextrina.

Os valores determinados para sólidos solúveis totais (Brix<sup>o</sup>) para as três formulações (30, 35 e 40% de maltodextrina) elaboradas com a polpa de manga Haden foram de 30, 32 e 37, respectivamente. Galdino (2011) encontrou ao analisar as formulações da polpa de figo-da-índia adicionando concentrações de maltodextrina (25, 30 e 35%) valores médios para o SST de 28,73, 31,31 e 34,14 °Brix, valores próximos às médias encontradas para as formulações da polpa de manga Haden. Comportamento semelhante foi encontrado por Gomes (2009) em que os valores de sólidos solúveis totais formuladas da polpa de buriti aumentaram a medida que a quantidade de maltodextrina foi aumentando.

O pH das polpas formuladas da manga Haden com adição das concentrações de maltodextrina foi de 3,26, 4,38 e 4,44. O pH comportou-se de forma crescente de acordo com o aumento das concentrações nas formulações estudadas, tendo o mesmo resultado que Costa et al. (2013) ao determinar um aumento no teor de pH da polpa de caju formulada com 10% da concentração de maltodextrina observou um aumento do teor de pH em relação a polpa integral de caju aumentando de 3,62 (polpa integral) para 3,73 (polpa formulada).

Para a acidez total titulável é notável que ocorreu uma diminuição da polpa integral para a polpa formulada de manga Haden, encontrando valores médios de 0,32% ác.cítrico (para 30% de maltodextrina), 0,36% ác. cítrico (para 35% de maltodextrina) e 0,37% ác. cítrico (para 40% de maltodextrina), a acidez não obteve diferença estatística com o acréscimo das concentrações de maltodextrina, sendo esses parâmetros estatisticamente iguais nas três formulações, apresentando uma tendência de aumento desses valores com o aumento da porcentagem de maltodextrina nas formulações. Caleguer & Benassi (2007) constataram, que no valor da acidez total titulável ao adicionar goma acácia aos formulados de refresco de laranja, aumenta com relação ao valor padrão sem goma acácia. Já Oliveira et al. (2006) comparando os valores de acidez da polpa da pitanga integral e utilizando a formulação (15% de maltodextrina + 30% de água destilada) da polpa

formulada, nota-se que houve um decréscimo nos valores médios passando de 2,23 (% ác. cítrico) da polpa integral para 1,52 (% ác. cítrico) da polpa formulada.

Atividade de água das formulações da polpa de manga Haden adicionadas a maltodextrina não apresentaram diferença estatística entre si, tendo valores de 0,982 para formulação de 30% de maltodextrina, 0,983 para formulação de 35% de maltodextrina e 0,982 para formulação de 40% de maltodextrina, porém observa-se que não houve tendência a aumento da atividade de água com o aumento da concentração de maltodextrina. Melo (2012) ao analisar as concentrações de 25, 30 e 35% de maltodextrina adicionada a polpa de atemoia observa-se um aumento da atividade de água na formulação comparada com a polpa integral.

Os teores dos sólidos solúveis totais para polpas formuladas utilizando as concentrações de 30, 35 e 40% de maltodextrina foram de 32,10; 34,31 e 36,29%, respectivamente, aumentando significativamente de acordo com o acréscimo da porcentagem de maltodextrina. Valores semelhante foi encontrado por Gomes (2009) onde os valores de sólidos solúveis totais da polpa de buriti aumentaram a medida que a quantidade de maltodextrina foi elevada.

Analisando o teste de Tukey a 5% de probabilidade, nota-se que o teor de água das formulações diminuíram estatisticamente, apresentando diferença significativa entre as três formulações de acordo com o aumento das concentrações comportando-se inversamente (aumento estatístico) ao teor de sólidos solúveis totais, esse fato já era esperado devido a inclusão da maltodextrina a polpa, pois sabe-se que o acréscimo de mais sólidos a polpa tende a diminuir o teor de água, com maior teor de água na formulação de 30% e menor teor de água na formulação de 40%, com valores variando entre 67,89 e 63,71 (% b.u.). Gomes (2009) ao estudar os três tipos de dextroses (10, 14 e 20) e três concentrações de maltodextrina (5, 10 e 15%) adicionados a polpa de buriti encontrou resultados semelhantes ao estudo deste trabalho, observando que o teor de água tendeu a diminuir de acordo com o acréscimo das concentração de maltodextrina.

Para ácido ascórbico foi observada diferença estatística apenas entre a formulação de 30 e 40%, com valores variando entre 5,77 e 7,33, observa-se que os valores do ácido ascórbico tendem a aumentar de acordo com o aumento da concentração da maltodextrina; segundo Lisbôa (2010) analisando o ácido ascórbico para a emulsão preparada com polpa do figo-da-índia e 2% de Emustab, 0,5% de Super Liga Neutra e 5% de extrato de soja, que foi de 6,71 (mg/100g).

Para açúcares redutores e totais foram observadas diferenças estatísticas entre as formulações, sendo que da formulação 30% de maltodextrina para 35% de maltodextrina não diferenciaram estatisticamente. Os menores valores para açúcares redutores (7,11% de glicose) e totais (10,56% glicose) foram encontrados na formulação de 30%, por outro lado, os maiores valores foram encontrados na formulação de 40% onde foram de 9,29 e 14,40% glicose, respectivamente, obtendo um aumento nas formulações de acordo com o aumento das concentrações de maltodextrina. Oliveira et al. (2006) observaram, analisando as polpas de pitanga formuladas, observou que houve uma diminuição no teor de açúcares redutores relacionando-as com a polpa de pitanga integral, Galdino (2011) obteve o mesmo comportamento encontrado no estudo das formulações da manga Haden observando que os valores médios para aos açúcares redutores e açúcares totais foram aumentando de acordo com o aumento das concentrações de maltodextrina, diferenciando-se estatisticamente entre si.

Os açúcares não redutores não foi observada diferença estatística entre as médias das três formulações, com valores variando entre 3,45 e 5,11 (% sacarose). Apresentando comportamento semelhante aos demais teores de açúcares, ou seja, houve um aumento do teor de açúcar não redutor de acordo com o aumento da concentração de maltodextrina, analisando as concentrações de maltodextrina mostra-se que as mesmas são estatisticamente iguais.

Já para cinzas foi observada diferença estatística apenas entre a formulação de 30 e 40%, com maior valor na formulação de 30% (0,35) e menor valor na de 40% (0,29). Melo (2012) ao analisar a polpa integral da atemoia e a polpa formulada do mesmo fruto, constatou que houve uma redução no valor médio da formulação resultado contrario ao estudo da manga Haden que apresentou um aumento na formulação comparada ao teor da polpa integral. Observando o fruto de mandacaru, Almeida et al. (2009) obtiveram valores de cinza variando entre 0,20 e 0,15%, sendo semelhante ao encontrado neste trabalho, onde observou-se pouca variação.

Ao avaliar a cor da polpa da manga Haden formulada com 30, 35 e 40% de maltodextrina, observa-se que, nas três concentrações, o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) diferiu estatisticamente entre si, e  $L^*$  aumentou significativamente com o aumento da concentração de maltodextrina na concentração de 30% para 35%, já para concentração de 40% tendeu a diminuir o valor da luminosidade. Esse fato pode ser explicado devido a alta quantidade de aditivo utilizado nessa formulação. Analisando a polpa integral, compreender que a adição de maltodextrina colaborou para que a polpa ficasse mais clara

nas concentrações mais baixas (30 e 35% de maltodextrina) observando que os valores aumentaram passando de 48,83 (polpa integral) para em média, 40,83 (polpas formuladas), tendo a polpa formulada com 40% de maltodextrina valor médio 37,18. Costa et al. (2013) ao comparar a polpa integral de caju com a polpa formulada com 10% de maltodextrina observaram que o valor de luminosidade diminuiu da mesma forma que ocorreu para as formulações de manga Haden formulada.

O parâmetro intensidade de vermelho (+a\*) comportou-se de forma decrescente, ou seja, diminuiu de acordo com o aumento da concentração de maltodextrina, diminuindo a intensidade da cor vermelha no produto, sendo todos estatisticamente diferentes. Gomes (2009) encontrou para a polpa de buriti formulada com concentrações de maltodextrina de 5, 10 e 15%, utilizando as dextrose de 10 e 14, que houve uma diminuição significativa do valor da intensidade de vermelho de acordo com o aumento das concentrações de maltodextrina.

As médias dos valores da intensidade de amarelo (+b\*) diferenciaram significativamente da formulação de 30% de maltodextrina para a concentração e na concentração de 35% de maltodextrina, sendo que da formulação de 35% para a concentração de 40% de maltodextrina não houve diferença estatística, tendo as duas primeiras formulações reduzido significativamente com o acréscimo da concentração de maltodextrina, já para a maior concentração mostra valor próximo ao valor médio da concentração intermediária, diminuindo a intensidade de amarelo visto que as médias das polpas formuladas resultaram –se menores que a média da polpa integral. Galdino (2011) ao analisar a intensidade de amarelo para a polpa integral nota-se que a adição de maltodextrina à polpa de figo-da-índia, reduziu a intensidade de amarelo, variando de 25,98 (polpa integral) para 35,54 (polpa formulada) em média, confirmando que a adição de maltodextrina na polpa figo-da-índia não compromete a cor amarela do produto estudado, exibindo valores inferiores para a intensidade de vermelho.

### **4.3 - Planejamento experimental fatorial**

Como as amostras em pó coletadas na câmara de secagem (Tipo A) e no ciclone (Tipo B) apresentaram características diferentes, então analisou-se separadamente os dados experimentais de cada local.

Avaliou-se a influência das variáveis de entrada (temperatura do ar de secagem e concentração de maltodextrina) sobre as variáveis respostas (pH, acidez total titulável,



atividade de água, teor de água, ácido ascórbico, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, cinzas, cor, tempo de reconstituição, insolubilidade e proteínas. Os valores das variáveis de resposta da polpa de manga em pó do Tipo A e do Tipo B encontram-se nas Tabelas A.1 e A.2, respectivamente.

De acordo com Tonon (2009) a influência de cada fator da variável de resposta analisada é determinada com os valores dos efeitos estimados. Para a variável estudada ser estatisticamente significativa dependerá do valor de *t*, pois quando esse valor é superior, as chances de significância elevam-se tornando-se o valor de *t* um fator principal na avaliação da variável em relação ao desvio.

#### **4.3.1 – pH do pó (Tipo A)**

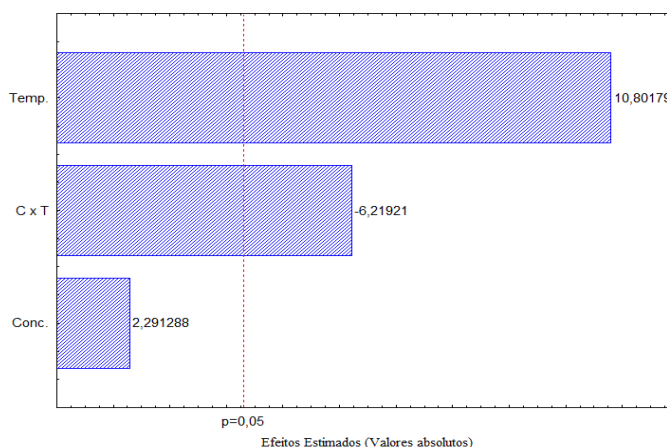
Os valores médios do pH da polpa de manga Haden em pó (Tipo A) de todos experimentos do planejamento experimental fatorial estudados encontram-se na Tabela A.1. Os valores do pH variaram de 4,64 a 5,04, havendo diferença no pH entre os experimentos.

Na Tabela 4.3 tem-se os efeitos estimados, os erros padrão, o coeficiente *t* e a significância estatística para o pH do pó (Tipo A). Observa-se que os efeitos estimados do fator de 1ª ordem (temperatura do ar de secagem), a média e a interação entre a concentração de maltodextrina e temperatura do ar de secagem, em negrito, foram significativos com 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). A variável de resposta pH comporta-se como modelo linear, os dados foram analisados com base no erro puro. Esse resultado também pode ser claramente visualizado através do diagrama de Pareto (Figura 4.1).

**Tabela 4.3** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para pH do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t (2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>4,890000</b>	<b>0,005774</b>	<b>846,9728</b>	<b>0,000001</b>
Concentração	0,035000	0,015275	2,2913	0,149037
<b>Temperatura</b>	<b>0,165000</b>	<b>0,015275</b>	<b>10,8018</b>	<b>0,008462</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>-0,095000</b>	<b>0,015275</b>	<b>-6,2192</b>	<b>0,024893</b>

Com base na Figura 4.1 nota-se que a temperatura influenciou significativamente no pH, alcançando um valor de t de aproximadamente 10,80. Observa-se para a interação da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem (CxT) sinal negativo, demonstrando que a resposta comportou-se de maneira decrescente, ou seja, quanto maior a concentração de maltodextrina e temperatura de secagem menor será o valor de pH do produto em pó.



**Figura 4.1** - Diagrama de Pareto do pH da manga Haden em pó do Tipo A

Retirando-se o fator não-significativo (concentração de maltodextrina) tem-se na Equação 4.1 o modelo de 1ª ordem, com os fatores significativos a 95% de confiança em negrito, para o pH da polpa de manga Haden em pó do Tipo A.

$$\text{pH} = \mathbf{4,8900} + \mathbf{0,0825 T} - \mathbf{0,0475 C.T} \quad (4.1)$$

em que:

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura do ar de secagem (°C)

Na Tabela 4.4 tem-se a análise de variância (ANOVA) do pH da polpa de manga Haden em pó (Tipo A), observa-se que o valor do  $F_{\text{calculado}}$  foi menor que o  $F_{\text{tabelado}}$ , representando que o modelo de 1ª ordem para o pH da polpa de manga Haden em pó do Tipo A não foi estatisticamente significativo para o nível de 95% de confiança, resultando em um baixo  $R^2 = 27,56\%$ .

**Tabela 4.4** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o pH da manga Haden em pó do Tipo A

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b><math>F_{\text{calculado}}</math></b>	<b><math>F_{\text{tabelado}}^*</math></b>
Regressão	0,0375	3	0,0125	0,3804	9,28
Resíduo	0,0985	3	0,0328		
Falta de ajuste	0,0981	1	0,0981	420,2500	18,51
Erro puro	0,0005	2	0,0002		
<b>Total</b>	<b>0,1360</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 27,56\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{ap} \leq 0,05$ . SQ - soma quadrática, GL - grau de liberdade, MQ - média quadrática.

#### 4.3.2 - pH do pó (Tipo B)

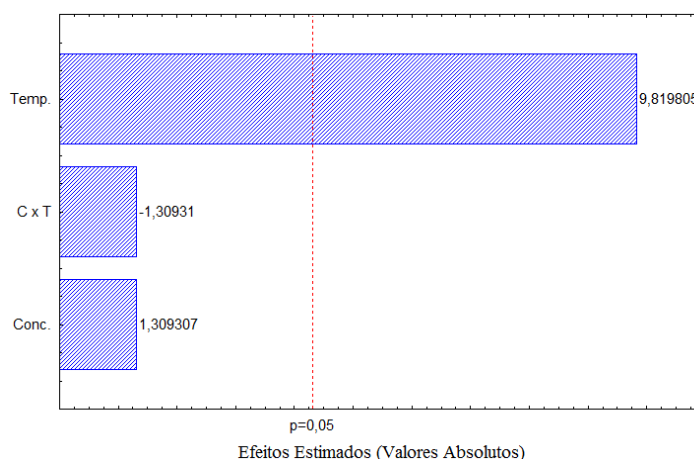
Na Tabela A.2 (Apêndice A) são encontrados os valores médios para o pH do pó do Tipo B, dos distintos experimentos do planejamento fatorial. As médias do pH da polpa de manga Haden em pó do ciclone variaram de 4,87 a 5,17, sendo considerado um produto pouco ácido. O valores médios do pH do pó do Tipo B foram superiores ao do Tipo A, para o mesmo experimento. Oliveira et al. (2011) encontraram um valor próximo de 5,58 para o pH da polpa de sapoti em pó liofilizado também avaliado com pouco ácido.

Tem-se na Tabela 4.5 os efeitos estimados, erros padrão, coeficientes t e graus de significância estatística (p) da análise dos experimentos para o fator do pH da polpa de manga em pó do Tipo B, observa-se que apenas a média e o fator temperatura de secagem (negrito) foram significativos a 95% de confiança. Esse resultado também pode ser claramente visualizado através do diagrama de Pareto (Figura 4.2).

**Tabela 4.5** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para pH da amostra em pó do Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t (2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>5,047143</b>	<b>0,005774</b>	<b>874,1908</b>	<b>0,000001</b>
Concentração	0,020000	0,015275	1,3093	0,320634
<b>Temperatura</b>	<b>0,150000</b>	<b>0,015275</b>	<b>9,8198</b>	<b>0,010212</b>
Concentração x Temperatura	-0,020000	0,015275	-1,3093	0,320634

Observa-se na Figura 4.2 o valor positivo da temperatura, significando que como aumento da temperatura do ar de secagem o pH da polpa de manga Haden em pó do Tipo B aumenta.



**Figura 4.2** - Diagrama de Pareto do pH da manga Haden em pó do Tipo B

Tem-se na Equação 4.2 o modelo de 1ª ordem, com os fatores significativos (média e temperatura) a 95% de confiança em negrito, para o pH da polpa de manga Haden em pó do Tipo B.

$$\text{pH} = \mathbf{5,0471} + \mathbf{0,0750T} \quad (4.2)$$

em que:

T – temperatura do ar de secagem (°C)

Analisando-se a Tabela 4.6, que representa a ANOVA do modelo ajustado para o pH do pó do Tipo B, observa-se de acordo com o teste F para a regressão que o modelo de 1ª ordem não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança, em razão do valor do

$F_{\text{calculado}}$  ter sido inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ , esse resultado pode ser compreendido pelo baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2=26,86\%$ ), indicando que o modelo resulta em uma baixa taxa da variação dos dados analisados; já a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança ( $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ ). A polpa de manga Haden em pó do Tipo B comportou-se da semelhante ao pó do Tipo A, onde o modelo linear também não foi significativo a 95% de confiança, com o  $R^2$  um pouco maior (27,56), o que não justifica suficientemente a variação dos dados experimentais.

**Tabela 4.6** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o pH da manga Haden em pó do Tipo B

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b><math>F_{\text{calculado}}</math></b>	<b><math>F_{\text{tabelado}}^*</math></b>
Regressão	0,0233	3	0,0078	0,3673	9,28
Resíduo	0,0634	3	0,0211		
Falta de ajuste	0,0630	1	0,0630	269,8980	18,51
Erro puro	0,0005	2	0,0002		
<b>Total</b>	<b>0,0867</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 26,86\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{ap} \leq 0,005$ . SQ - soma quadrática, GL - grau de liberdade, MQ - média quadrática.

#### 4.3.3 - Acidez total titulável do pó (Tipo A)

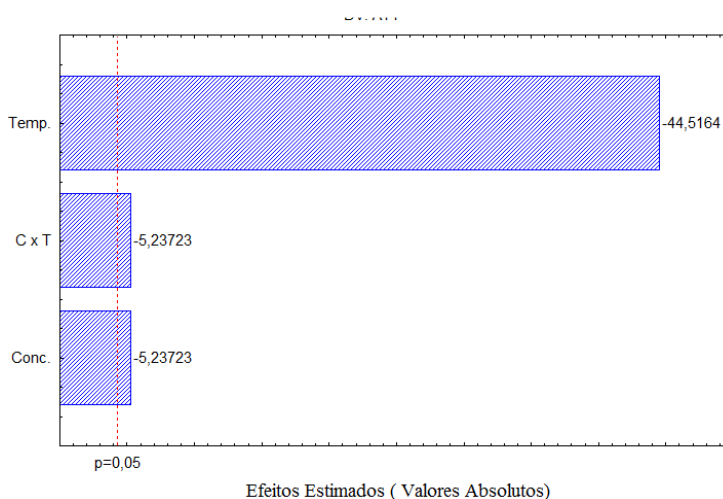
Na Tabela A.1 (Apêndice A) encontram-se os valores da acidez total titulável (ATT) do pó do tipo A, variando de 0,36 a 1,43% de ácido cítrico. Bezerra et al. (2010), estudando a desidratação de manga das variedades Coité e Espada observaram que teores de ATT de 2,16 e 2,17% de ácido cítrico, respectivamente, bem maiores que o determinado nos experimentos da secagem por aspersão da manga Haden do presente trabalho.

Na Tabela 4.7 observa-se para a variável de resposta acidez total titulável, do pó do tipo A que a média, os fatores concentração de maltodextrina e temperatura do ar de secagem e a sua interação foram significativas (negrito) a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 4.7** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para acidez total titulável do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t (2)	Significância Estatística (p)
Média	0,782857	0,005774	135,5948	0,000054
Concentração	-0,080000	0,015275	-5,2372	0,034578
Temperatura	-0,680000	0,015275	-44,5164	0,000504
Concentração x Temperatura	-0,080000	0,015275	-5,2372	0,034578

Este resultado é apresentando claramente através do diagrama de Pareto (Figura 4.3). Analisando-se este diagrama observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que influenciou de forma mais significativa no resultado da acidez, com o valor absoluto de -44,5164, em seguida a interação e a concentração com o mesmo valor de t (-5,2374). O sinal negativo do fator temperatura indica que o aumento da temperatura do ar de secagem origina um produto com teor de acidez total titulável menor; o mesmo comportamento também foi verificado para o fator concentração e interação que resultaram em sinais negativos indicando efeito decrescente sobre a acidez, isto significa que quando passando nível -1 para o +1, acidez da amostra em pó do Tipo A diminui.



**Figura 4.3** - Diagrama de Pareto da acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo A

Tem-se na Equação 4.3 o modelo de 1ª ordem, com os fatores significativos (média, concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação) a 95% de confiança, para a acidez da polpa de manga Haden em pó do Tipo A.

$$ATT = 0,7828 - 0,0400 C - 0,3400 T - 0,0400 C.T \quad (4.3)$$

em que:

ATT – acidez total titulável (% ácido cítrico)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura do ar de secagem (°C)

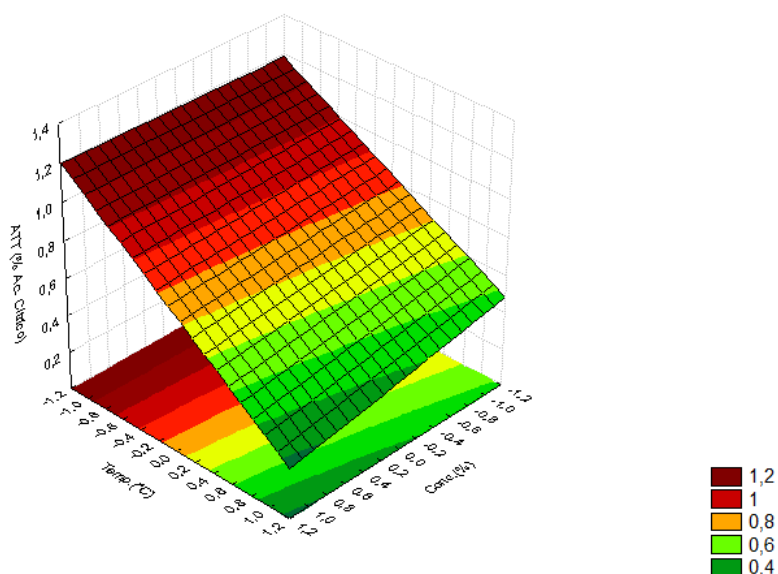
Diante da ANOVA na Tabela 4.8, constata-se de acordo com o teste F que para a regressão que o modelo de 1ª ordem para a acidez total titulável do pó do Tipo A não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança nem preditivo, em razão do valor do  $F_{\text{calculado}}$  ter sido inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ , resultado coerente com o baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2=35,04\%$ ); e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança ( $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ ). Pode-se observar que o  $F_{\text{calculado}}$  para a falta de ajuste foi muito elevado, confirmando que houve uma falta de ajuste do modelo aos dados experimentais da acidez.

**Tabela 4.8** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	0,4752	3	0,1584	0,5394	9,28
Resíduo	0,8809	3	0,2936		
Falta de ajuste	0,8805	1	0,8805	3773,4694	18,51
Erro puro	0,0005	2	0,0002		
<b>Total</b>	<b>1,3561</b>	<b>6</b>			

$R^2= 35,04\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha p} \leq 0,005$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

A superfície de resposta da Figura 4.4 representa a acidez total titulável da polpa da manga Haden em pó do Tipo A em função da concentração de maltodextrina e temperatura do ar de secagem, gerada utilizando o modelo proposto. Observa-se que houve semelhança de comportamento das variáveis de entrada, quando eleva-se a temperatura de secagem e a concentração de maltodextrina há diminuição da acidez total titulável.



**Figura 4.4** - Superfície de resposta para a acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem

#### 4.3.4 - Acidez total titulável do pó (Tipo B)

Encontram-se na Tabela A.2 (Apêndice A) os valores da acidez total titulável do pó do Tipo B. A acidez total titulável variou de 0,64 a 0,88% de ácido cítrico, para os sete experimentos do planejamento experimental estudados. Cruz (2013) encontrou valores bem acima dos resultados desse trabalho, para a goiaba em pó obtida da secagem em camada de espuma com valores da ATT entre 2,62 e 3,05% ácido cítrico. Observa-se que a acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Tipo B foi menor que o pó do Tipo A, confirmando a diferença das características entre os Tipos de pós estudados no presente trabalho. Uma hipótese que pode explicar esse comportamento, se dá pelas dimensões das partículas em que quanto menor for o tamanho da partícula mais exposta estará aos efeitos da temperatura e mais propício a oxidação, decorrente da área superficial elevada.

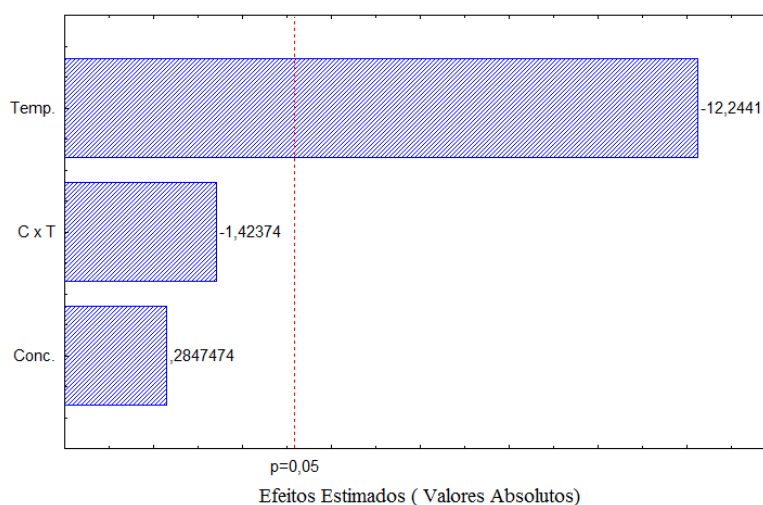
Os efeitos estimados, erros padrão, coeficiente t e graus de significância estatística (p), dos fatores para acidez total titulável da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, encontram-se na Tabela 4.9. Verifica-se que somente a média e temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiabilidade ( $p \leq 0,05$ ) sobre a acidez.



**Tabela 4.9** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a acidez total titulável do pó do Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>0,760000</b>	<b>0,006637</b>	<b>114,5124</b>	<b>0,000001</b>
Concentração	0,005000	0,017559	0,2847	0,794363
<b>Temperatura</b>	<b>-0,215000</b>	<b>0,017559</b>	<b>-12,2441</b>	<b>0,001173</b>
Concentração x Temperatura	-0,025000	0,017559	-1,4237	0,249709

Tem-se, na Figura 4.5, o diagrama de Pareto, onde se visualiza que apenas o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança na acidez total titulável do pó do Tipo B, com o valor de t igual a -12,2441; esse fator (temperatura de secagem) apresentou um efeito decrescente na acidez do pó do Tipo B, significando que o aumento da temperatura resulta na diminuição dos valores da acidez total titulável desse pó.



**Figura 4.5** - Diagrama de Pareto da acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.4 tem-se a regressão de primeira ordem dos dados da acidez total titulável do pó do Tipo B, obtidos a partir do planejamento experimental, em função da média e da temperatura de secagem que foram os fatores significativos a 95% de confiança.

$$\text{ATT} = 0,7600 - 0,1075 T \quad (4.4)$$

em que:

ATT - acidez total titulável (% ácido cítrico)

T – temperatura de secagem

Na Tabela 4.10 tem-se a ANOVA do modelo ajustado para a acidez total titulável do pó do Tipo B. De acordo com teste F observa-se para a regressão que o valor do  $F_{\text{calculado}}$  foi menor que o  $F_{\text{tabelado}}$ , indicando que o modelo de primeira ordem foi estatisticamente significativo a 95% de confiança, mas não é preditivo pois a razão de  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  (BOX & WETZ, 1973). Constata-se o elevado valor do coeficiente de determinação ( $R^2 = 96,76\%$ ), indicando que pode-se utilizar o modelo para estimar um valor médio. Verifica-se que a falta de ajuste comportou-se de forma contrária a regressão apresentando  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$ , não significativo.

**Tabela 4.10** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a acidez total titulável da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	0,0463	3	0,0154	29,8387	9,28
Resíduo	0,0015	3	0,0005		
Falta de ajuste	0,000625	1	0,0006	2,0270	18,51
Erro puro	0,000925	3	0,0003		
<b>Total</b>	<b>0,047800</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 96,76\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha p} \leq 0,005$ . SQ - soma quadrática, GL - grau de liberdade, MQ - média quadrática.

#### 4.3.5 - Atividade de água do pó (Tipo A)

Na Tabela A.1 (Apêndice A) encontram-se os valores médios da atividade de água ( $a_w$ ) da polpa da manga Haden em pó do Tipo A oscilando de 0,274 a 0,423 para os sete experimentos do planejamento fatorial. Significando que do ponto de vista microbiológico as amostras são consideradas estáveis, por possuírem  $a_w < 0,6$  (BARUFFALDI & OLIVEIRA, 1998). Ferrari et al. (2012) ao analisarem a polpa de amora-preta em pó obtida

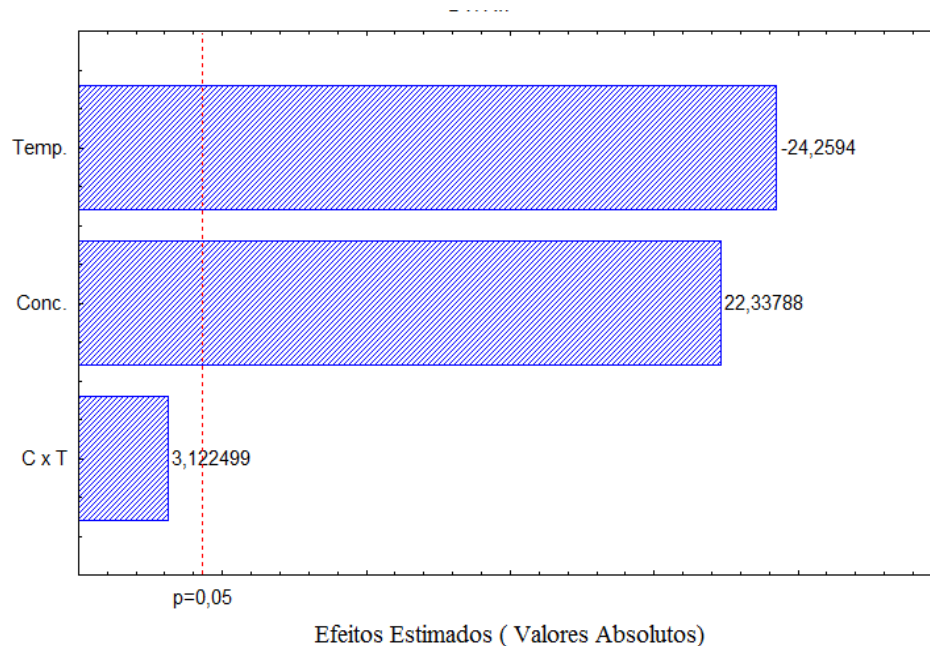
por secagem por aspersão, afirmaram que valores de  $a_w$  próximos a 0,3 possibilita a segurança do produto, mantendo o período de vida útil prolongado, estando assim a polpa de manga Haden em pó do Tipo A próxima a esse valor. Santana (2013) ao estudar a secagem por aspersão do leite de coco encontrou valores de  $a_w$  de 0,14 a 0,58, sendo próximos dos valores obtidos no presente estudo.

Na Tabela 4.11 são expostos os valores dos efeitos estimados, erros padrão, coeficiente t e o grau de significância estatística dos fatores do modelo de primeira ordem da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo A. Nota-se que todos os fatores (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) e a média foram significativos a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ), e a interação Concentração x Temperatura não foi significativa.

**Tabela 4.11** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para atividade de água do pó do Tipo A

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>0,3343</b>	<b>0,0008</b>	<b>424,8697</b>	<b>0,00000554</b>
<b>Concentração</b>	<b>0,0465</b>	<b>0,0021</b>	<b>22,3379</b>	<b>0,0020</b>
<b>Temperatura</b>	<b>-0,0505</b>	<b>0,0021</b>	<b>-24,2594</b>	<b>0,0017</b>
Concentração x Temperatura	0,0065	0,0021	3,1225	0,0891

Tem-se na Figura 4.6 o diagrama de Pareto que ilustra a significância dos fatores relacionados a atividade de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. A temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou na atividade de água, cujo sinal negativo indica que houve efeito decrescente nos resultados, isto é, quanto maior a temperatura menor a atividade de água, sendo significativo a 95% de confiança. A concentração de maltodextrina também influenciou significativamente nos valores da atividade de água do pó, observando-se um efeito positivo contrário à temperatura, indicando que quanto maior a concentração de maltodextrina maior a  $a_w$ . A interação concentração versus temperatura (CxT) não apresentou efeito significativo a 95% de confiança.



**Figura 4.6** - Diagrama de Pareto da atividade de água da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.5 tem-se o modelo de primeira ordem dos dados da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, obtidos a partir do planejamento experimental, em função da média, da concentração de maltodextrina e da temperatura de secagem, os quais foram os fatores significativos a 95% de confiança.

$$a_w = 0,3343 + 0,0233C - 0,0253 T \quad (4.5)$$

em que:

$a_w$  – atividade de água

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.12 tem-se a ANOVA do modelo ajustado para a atividade de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. De acordo com teste F observa-se para a regressão que o valor do  $F_{\text{calculado}}$  foi menor que o  $F_{\text{tabelado}}$ , indicando que o modelo de primeira ordem não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança. Constata-se o baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2 = 21,23\%$ ), indicando que não se deve utilizar o modelo para estimar os dados da  $a_w$  em razão da sua baixa precisão.

**Tabela 4.12** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a atividade de água da manga Haden em pó do Tipo A

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado</sub>*</b>
Regressão	0,0048	3	0,0016	0,2695	9,2800
Resíduo	0,0176	3	0,0059		
Falta de ajuste	0,0176	1	0,0176	4068,9258	18,5100
Erro puro	0,0000	2	0,0000		
<b>Total</b>	<b>0,0224</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 21,23%;\*Valores tabelados de F<sub>ap</sub>≤0,005.SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.6 - Atividade de água do pó (Tipo B)

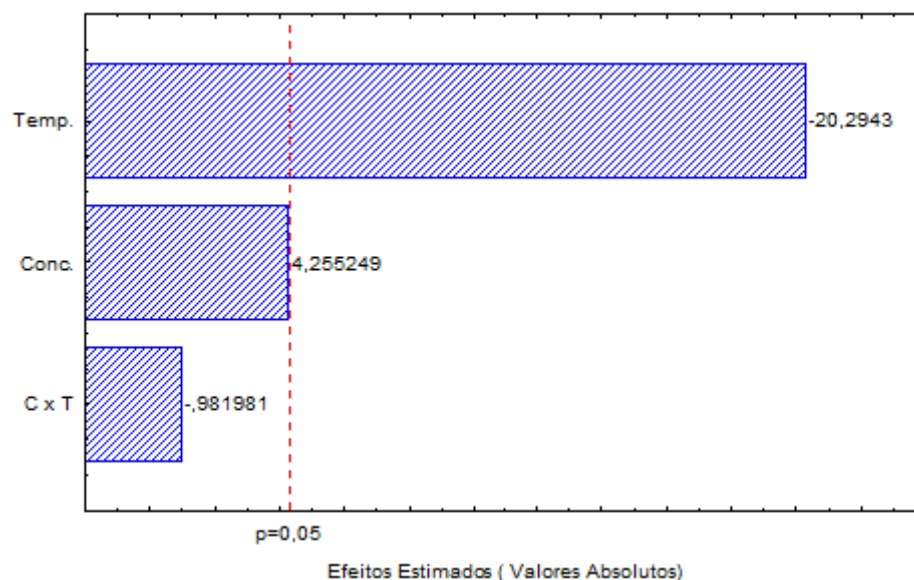
Observando-se a Tabela A.2 (Apêndice A), verifica-se que os valores da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo B variaram entre 0,330 e 0,411, sendo próximos aos encontrados para o pó do Tipo A. Tonon et al. (2013) avaliando a atividade de água das amostras em pó do suco de açaí obtidas por secagem por aspersão encontraram valores menores, variando entre 0,189 e 0,299.

Tem-se na Tabela 4.13 os valores dos efeitos estimados, erros padrão, coeficiente t e o grau de significância estatística dos fatores do modelo de primeira ordem da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se dentre os fatores avaliados que apenas a média e a temperatura de secagem foram significativos a 95% de confiança (p < 0,05).

**Tabela 4.13** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a atividade de água do pó Tipo B

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>0,3554</b>	<b>0,0012</b>	<b>307,8102</b>	<b>0,0000</b>
Concentração	0,0130	0,0031	4,2552	0,0510
<b>Temperatura</b>	<b>-0,0620</b>	<b>0,0031</b>	<b>-20,2943</b>	<b>0,0024</b>
Concentração x Temperatura	-0,0030	0,0031	-0,9820	0,4296

Na Figura 4.7 observa-se o diagrama de Pareto ilustrando nitidamente os efeitos para a atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo B, a temperatura de secagem (Temp.) influenciou significativamente nos resultados da atividade de água. Observa-se que a temperatura apresentou efeito decrescente sobre a variável de resposta estudada ( $a_w$ ), resultando que quanto maior a temperatura menor será a atividade de água do pó analisado.



**Figura 4.7** - Diagrama de Pareto da atividade de água da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.6 tem-se o modelo de primeira ordem dos dados da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo B em função dos parâmetros significativos a 95% de confiança, média e temperatura.

$$a_w = 0,3554 - 0,0310 T \quad (4.6)$$

em que:

$a_w$  – atividade de água

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.14 tem-se a análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a atividade de água da manga Haden em pó do Tipo B. De acordo com o teste F observa-se para a regressão que o  $F_{\text{calculado}}$  foi bem menor que o valor de  $F_{\text{tabelado}}$  a 95% de confiança, indicando que o modelo não foi significativo. A falta de ajuste apresenta-se significativa, ou seja,  $F_{\text{calculado}}$  foi bem maior que o  $F_{\text{tabelado}}$ . Observa-se que o coeficiente de

determinação ( $R^2$ ) para o modelo foi de 60,91%, significando que o modelo pode ser usado apenas como indicador de tendência, nunca para fins preditivos (NETO BARROS ET AL., 1995).

**Tabela 4.14** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a atividade de água da manga Haden em pó do Tipo B

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
Regressão	0,0040	3	0,0013	1,5579	9,28
Resíduo	0,0026	3	0,0009		
Falta de ajuste	0,0026	1	0,0026	274,6122	18,51
Erro puro	0,0000	2	0,0000		
<b>Total</b>	<b>0,0066</b>	<b>6</b>			

$R^2= 60,91\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{ap} \leq 0,005$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.7 - Teor de água do pó (Tipo A)

Encontra-se na Tabela A.1 (Apêndice A) as médias do teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. As médias dos distintos experimentos do planejamento fatorial variaram de 1,82 a 4,67% b.u.. Constata-se que os valores do teor de água dos Experimentos 1 e 2 foram próximos ao apresentado por Osorio et al. (2011) da secagem por aspersão da goiaba utilizando a maltodextrina, que foi de 4,1% do teor de água.

Na Tabela 4.15 tem-se para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem), para a média e para a interação entre os fatores os valores dos efeitos estimados, dos erros padrão, dos coeficientes t e do grau de significância estatística (p) sobre a variável de resposta teor de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que todos os fatores (média, concentração, temperatura e a interação) avaliados foram significativos a 95% de confiança.

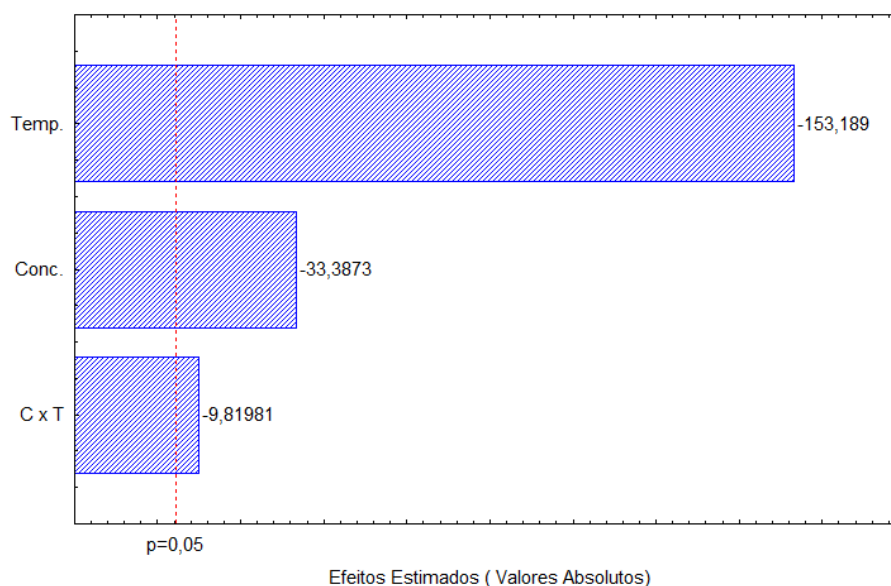
**Tabela 4.15** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para teor de água do pó Tipo A

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>3,3386</b>	<b>0,0058</b>	<b>578,2575</b>	<b>0,0000</b>
<b>Concentração</b>	<b>-0,5100</b>	<b>0,0153</b>	<b>-33,3873</b>	<b>0,0009</b>
<b>Temperatura</b>	<b>-2,3400</b>	<b>0,0153</b>	<b>-153,1890</b>	<b>0,0000</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>-0,1500</b>	<b>0,0153</b>	<b>-9,8198</b>	<b>0,0102</b>

Observa-se que o fator que mais influenciou no teor de água da manga Haden em pódo Tipo A foi a temperatura de secagem, podendo ser comprovado analisando-se os valores do efeito estimado dos fatores estudados. Verifica-se que a temperatura de secagem apresenta o maior valor absoluto em módulo de 2,34 e a variável concentração de maltodextrina apresenta o valor em módulo de 0,51. Nota-se que as variáveis de entrada mostram efeitos negativos, significando que as mesmas apresentam efeitos decrescente sobre a variável de resposta, isso ocorre quando muda de um nível -1 para o nível +1; ou seja, quanto maior a temperatura de secagem ou a concentração de maltodextrina, menor será o teor de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo A. De acordo com Goula (2005) o aumento da temperatura do ar de entrada contribui para redução do teor de água no produto final. Tonon et al. (2013) ao realizarem a secagem por aspersionado suco de açaí com diferentes temperaturas do ar de secagem e de concentrações de maltodextrina afirmaram que quanto maior a temperatura de secagem menor o teor de água final do produto, assim como também ocorreu para as concentrações de maltodextrina.

O Diagrama de Pareto ilustrado na Figura 4.8, mostra nitidamente o comportamento da influência dos fatores estudados diante da variável de resposta (teor de água). A proporção dos efeitos é exibida pelas barras, já a linha transversal que corta as barras representa a extensão dos efeitos com significância estatística de p igual a 0,05, significando que, as variáveis de entrada são estatisticamente significativas a 95% de confiança. Observando-se o diagrama de Pareto confirma-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou a variável de resposta estudada (teor de água), nota-se também que tanto a concentração como a interação concentração x temperatura passam pela linha vermelha o que mostra a significância de todos os fatores.





**Figura 4.8** - Diagrama de Pareto do teor de água da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.7 tem-se o modelo de primeira ordem dos dados do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo A em função dos parâmetros significativos a 95% de confiança (média, concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação).

$$\text{Teor de água} = 3,3386 - 0,2550 C - 1,1700 T - 0,0750 C.T \quad (4.7)$$

em que:

C – concentração de maltodextrina

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.16 é apresentada a análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se através do teste F para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi bem maior que o valor do  $F_{\text{tabelado}}$ , o que representa que o modelo ajustado ao teor de água foi estatisticamente significativo a 95% de confiança. O valor da razão entre o  $F_{\text{calculado}}$  e  $F_{\text{tabelado}}$  foi de 168,35, então considera-se que o modelo de 1ª ordem para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo A foi estatisticamente significativo e preditivo. Segundo Barros (1996), quando a regressão tem comportamento além de significativo, tende a ser preditiva, a razão do  $F_{\text{cal.}}/F_{\text{tab.}}$  deverá resultar em valores entre 4 a 5 vezes do valor do  $F_{\text{tabelado}}$ . Já a falta de ajuste mostrou-se não significativa, visto que o  $F_{\text{calculado}}$  foi menor que o  $F_{\text{tabelado}}$ . Constata-se que os resultados dos

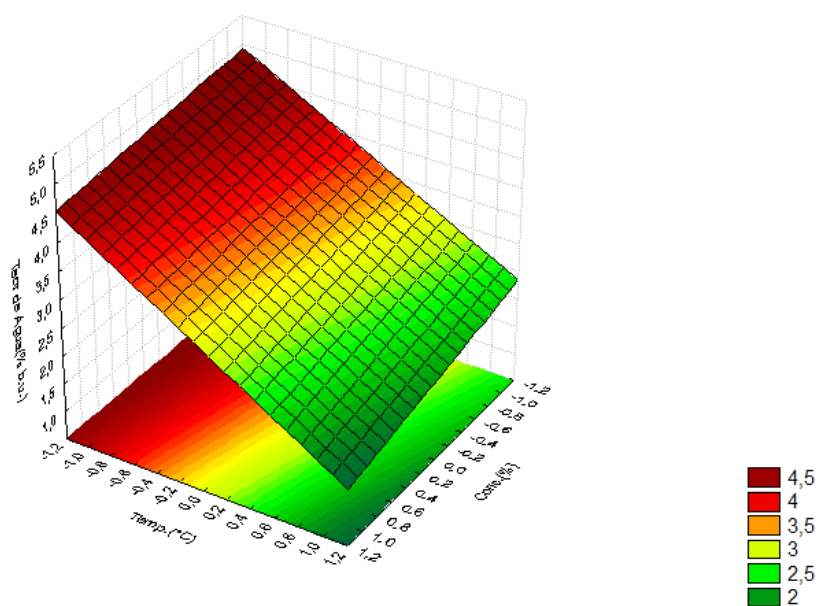
valores estimados pelo modelo ajustado terão excelente precisão em razão do alto coeficiente de determinação ( $R^2=99,94\%$ ).

**Tabela 4.16** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
Regressão	5,7582	3	1,9194	1562,3023	9,28
Resíduo	0,0037	3	0,0012		
Falta de ajuste	0,0032	1	0,0032	13,7959	18,51
Erro puro	0,0005	2	0,0002		
<b>Total</b>	<b>5,7619</b>	<b>6</b>			

$R^2= 99,94\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.9 está representada a superfície de resposta para o teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, de acordo como modelo ajustado (Equação 4.7), em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem. Observa-se que o menor teor de água foi obtido na maior concentração de maltodextrina (40%) e maior temperatura de secagem (190 °C).



**Figura 4.9** - Superfície de resposta para o Teor de água da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem

#### 4.3.8 - Teor de água do pó (Tipo B)

Tem-se na Tabela A.2 (Apêndice A) as médias do teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, com valores variando entre 0,89 a 2,68% b.u.. Valores superiores foram encontrados por Oliveira et al. (2011) que foi de 12,3% b.u. para o pó da polpa de sapoti liofilizada; e por Moraes et al. (2012) para a manga cv. Tommy Atkins que variou entre 8,60 a 12,21% b.u.

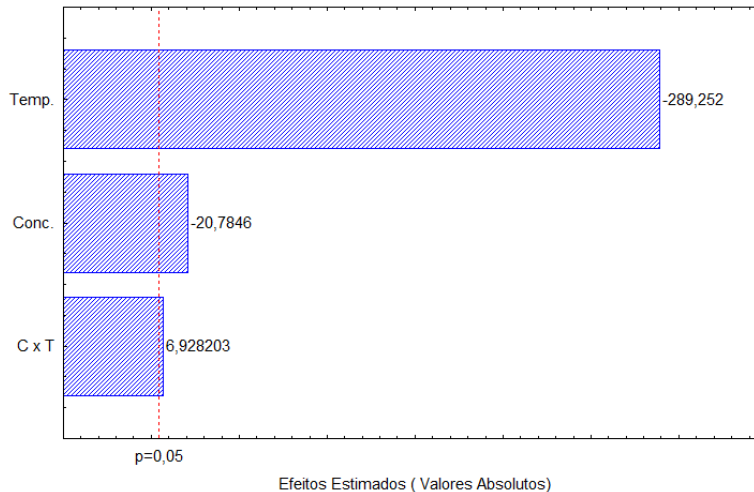
Nota-se que o teor de água da polpa da manga Haden do Tipo B foi inferior ao do Tipo A para o mesmo experimento. Esse resultado pode ser justificado pela forma que ocorre o processo de secagem por aspersão, onde as partículas formadas durante a secagem possuem tamanhos distintos, ou seja, as partículas menores desidratam mais do que as partículas maiores, e sendo assim, essas partículas de tamanhos menores se acumulam no ciclone (Tipo B).

Na Tabela 4.17 são apresentados os valores dos efeitos estimados, os erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e para a interação para o teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Ressalta-se, da mesma forma que a polpa de manga Haden em pó do Tipo A, que a média, os fatores lineares (concentração e temperatura) e a interação (C x T) tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). Constata-se novamente, que a temperatura foi a variável que mais influenciou no teor de água do produto em pó, em seguida foi a concentração de maltodextrina. Observa-se que a temperatura e a concentração de maltodextrina apresentaram efeito decrescente no teor de água da polpa de manga Haden em pó do Tipo B, ou seja, quando ocorre o aumento da concentração de maltodextrina ou a temperatura de secagem, diminui o teor de água no produto final. Para a interação dos fatores o efeito foi crescente.

**Tabela 4.17** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o teor de água do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	1,76429	0,002182	808,497	0,000002
Concentração	-0,12000	0,005774	-20,785	0,002307
Temperatura	-1,67000	0,005774	-289,252	0,000012

Na Figura 4.10 tem-se o diagrama de Pareto onde confirma-se que todos os efeitos lineares e a interação foram estatisticamente significativos a 95% de confiança apresentando  $p \leq 0,05$ ,ultrapassando, assim, a linha vertical vermelha.



**Figura 4.10 - Diagrama de Pareto do teor de água da manga Haden em pó do Tipo B**

Na Equação 4.8 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo B, com todos os fatores significativos a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Teor de água} = \mathbf{1,7643} - \mathbf{0,0600 C} - \mathbf{0,8350 T} + \mathbf{0,0200 C.T} \quad (4.8)$$

em que:

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

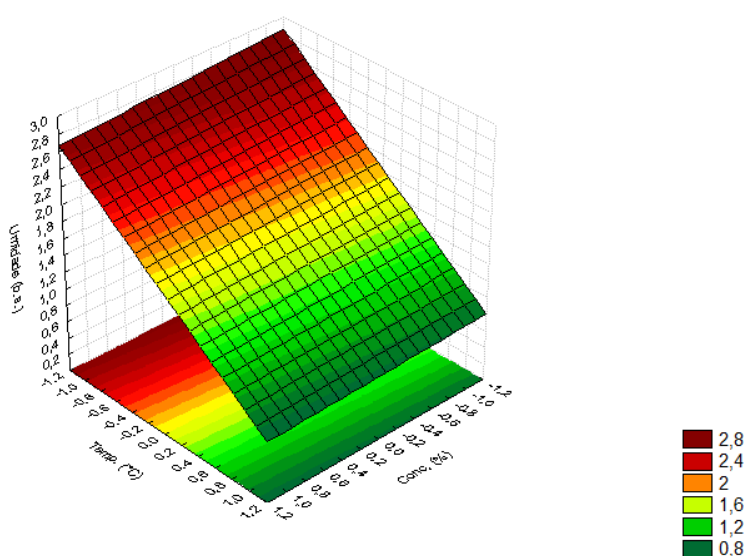
Na Tabela 4.18 é apresentada a análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se para a regressão que o modelo de primeira ordem foi estatisticamente significativo e preditivo para o teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em razão de  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ , de  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} > 4$  e com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 99,99%. Observa-se que a falta de ajuste não foi significativa visto que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$ .

**Tabela 4.18** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calc</sub> ulado	F <sub>tabelado</sub> *
Regressão	2,8049	3	0,9350	39268,6000	9,28
Resíduo	0,0001	3	0,0000		
Falta de ajuste	0,0000	1	0,0000	0,1429	18,51
Erro puro	0,0001	2	0,0000		
<b>Total</b>	<b>2,8050</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup> = 99,99%;\*Valores tabelados de Fap≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

A Figura 4.11 mostra a superfície de resposta para o teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Constata-se que o ponto ótimo para se alcançar um pó com o menor teor de água (0,8%) foi na maior concentração de maltodextrina (40%) e na maior temperatura do ar de secagem (190 °C); já o teor de água mais elevado (2,8%) foi encontrado na menor concentração de maltodextrina (30%) e na menor temperatura de secagem (150 °C). Comportamento também observado para o teor de água da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Galdino (2011) também verificou para o figo da índia em pó, produzido pelo processo de secagem por aspersão, que houve diminuição do teor de água com o aumento da temperatura de secagem.



**Figura 4.11** - Superfície de resposta para o teor de água da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.9 - Ácido ascórbico do pó (Tipo A)

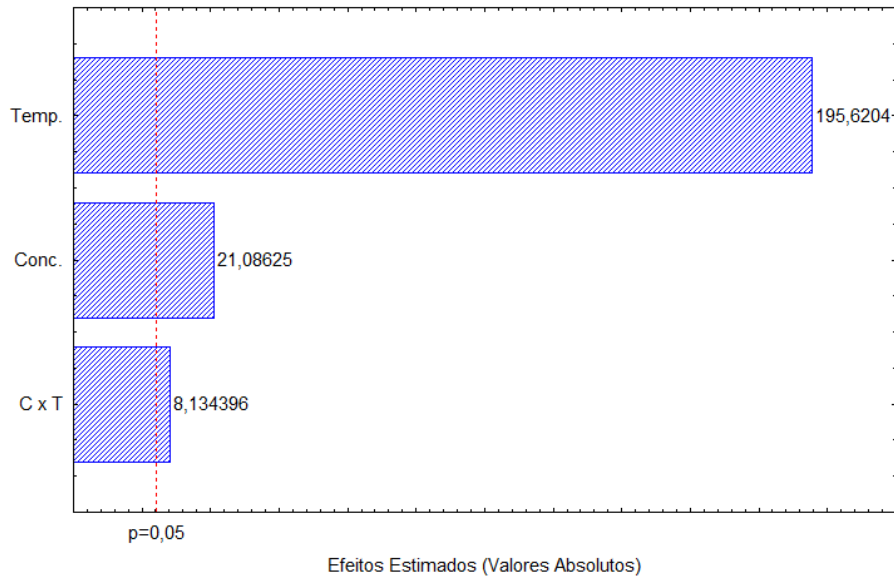
Encontram-se na Tabela A.1 (Apêndice B) os valores médios do teor de ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, os quais variaram entre 21,09 a 48,53 mg/100 g. Martin (2013) ao estudar a secagem por aspersão do cupuaçu encontrou valores superiores ao polpa da manga Haden em pó, que variaram entre 60,40 e 218,75 mg /100 g.

Na Tabela 4.19 tem-se para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação) os resultados dos efeitos estimados, dos erros padrão, dos coeficientes t e do grau de significância estatística (p) para a variável de resposta ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Tipo A. Constata-se que todos os fatores avaliados (média, concentração, temperatura e a interação) foram significativos a 95% de confiança.

**Tabela 4.19** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o ácido ascórbico do pó Tipo A

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>35,30714</b>	<b>0,047859</b>	<b>737,7338</b>	<b>0,000002</b>
<b>Concentração</b>	<b>2,67000</b>	<b>0,126623</b>	<b>21,0862</b>	<b>0,002242</b>
<b>Temperatura</b>	<b>24,77000</b>	<b>0,126623</b>	<b>195,6204</b>	<b>0,000026</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>1,03000</b>	<b>0,126623</b>	<b>8,1344</b>	<b>0,014779</b>

A Figura 4.12 mostra o diagrama de Pareto, no qual é possível visualizar a influência dos fatores estudados e suas interações para o teor de ácido ascórbico. Verifica-se que o fator que teve maior influência no teor de ácido ascórbico foi a temperatura de secagem, seguido da concentração de maltodextrina e com menor influência a interação Concentração x Temperatura. Nota-se que a temperatura de secagem e a concentração de maltodextrina por apresentar um sinal positivo tiveram efeito crescente, isto é, quanto maior a temperatura e a concentração maior o teor de ácido ascórbico.



**Figura 4.12** - Diagrama de Pareto do ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.9 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o teor de ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A, com todos os fatores avaliados e a interação significativos a 95% de confiança (negrito).

$$aa = \mathbf{35,3071 + 1,3350 C + 12,3850 T + 0,5150 C.T} \quad (4.9)$$

em que:

aa - ácido ascórbico (mg/100 g)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

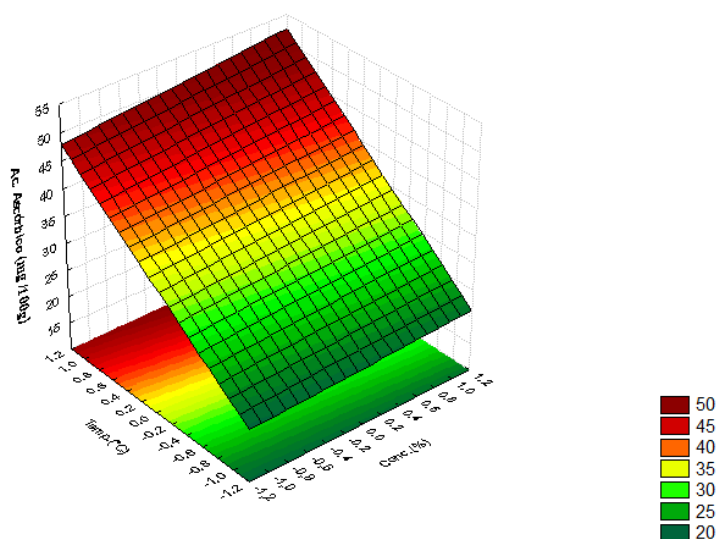
Na Tabela 4.20 é apresentada a análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se para a regressão que o modelo de primeira ordem foi estatisticamente significativo para o ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em razão de  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ , e preditivo considerando que a razão entre  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} > 4$  e com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 98,48%. Observa-se que a falta de ajuste também foi significativa, visto que  $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$ .

**Tabela 4.20-** Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
Regressão	621,7427	3	207,2476	64,8091	9,28
Resíduo	9,5934	3	3,1978		
Falta de ajuste	9,5614	1	9,5614	596,3436	18,51
Erro puro	0,0321	2	0,0160		
<b>Total</b>	<b>631,3361</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 98,48%;\*Valores tabelados de Fap≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

A Figura 4.13 mostra a superfície de resposta para o teor de ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Constata-se que na maior concentração de maltodextrina (40%) e na maior temperatura do ar de secagem (190 °C), encontrou-se o valor de ácido ascórbico de aproximadamente 50mg/100g (maior teor), enquanto o menor valor para o ácido ascórbico foi de aproximadamente 21mg/100g para o experimento com menor concentração de maltodextrina (30%) e com menor temperatura do ar de secagem (150 °C). Angel et al. (2009) para o suco de maracujá em pó, obtido através da secagem por aspersão, tendo sido formulados com lactose comercial e maltodextrina em diferentes concentrações e desidratados a 180 e 190°C, encontraram teores de ácido ascórbico variando entre 39,73 e 56,89%, resultados próximos aos encontrados nesse estudo.



**Figura 4.13 -** Superfície de resposta para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina



#### 4.3.10 - Ácido ascórbico do pó (Tipo B)

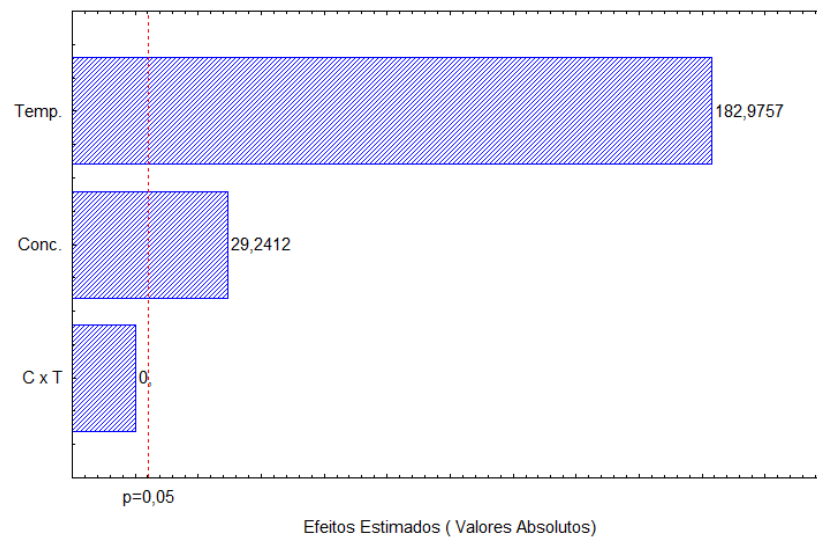
Na Tabela A.2 (Apêndice A) tem-se os valores médios do ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, os quais variaram entre 16,74 e 36,19 mg/100 g. Observa-se para o mesmo experimento que o teor de ácido ascórbico do pó do Tipo A foi superior ao do Tipo B.

Na Tabela 4.21 tem-se os valores dos efeitos estimados, os erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) para o ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Observa-se que os fatores concentração e temperatura tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ), mas a interação não foi significativa. Os valores com sinais positivos indicam que quanto maior a temperatura de secagem, maior será o valor do ácido ascórbico; e quanto maior a concentração de maltodextrina também maior será o ácido ascórbico.

**Tabela 4.21** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o ácido ascórbico do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	24,33714	0,034641	702,5528	0,000002
Concentração	2,68000	0,091652	29,2412	0,001167
Temperatura	16,77000	0,091652	182,9757	0,000030
Concentração x Temperatura	0,00000	0,091652	0,0000	1,000000

No diagrama de Pareto visualizado na Figura 4.14 observa-se que os fatores temperatura de secagem e concentração de maltodextrina tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre o teor de ácido ascórbico, entretanto a interação não teve efeito significativo (concentração x temperatura). O efeito que mais influenciou de acordo com o diagrama foi a temperatura (182,9757) e logo após a concentração (29,2412).



**Figura 4.14** - Diagrama de Pareto do ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.10 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o teor de ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo B, com os fatores avaliados, temperatura de secagem e concentração de maltodextrina, significativos a 95% de confiança (negrito).

$$aa = 24,3371 + 1,3400 C + 8,3850 T \quad (4.10)$$

em que:

aa- ácido ascórbico

C-concentração de maltodextrina (%)

T-Temperatura de secagem(°C)

Na Tabela 4.22 é apresentada a análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se para a regressão que o modelo de primeira ordem não foi estatisticamente significativo para o ácido ascórbico da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em razão de  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$ , e com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 98,48%. Observa-se que a falta de ajuste também foi significativa, visto que  $F_{\text{cal}} > \text{tab}$ . Analisando-se a falta de ajuste observa-se valores significativos, com  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ . Observando-se o coeficiente de determinação verifica-se que o mesmo teve um valor ( $R^2=87,22\%$ ), implicando que o modelo pode ser usado para indicar a tendência do comportamento do ácido ascórbico.

**Tabela 4.22** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para o ácido ascórbico da manga Haden em pó do Tipo B

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
Regressão	288,4153	3	96,1384	6,8222	9,28
Resíduo	42,2760	3	14,0920		
Falta de ajuste	42,2592	1	42,2592	5030,8622	18,51
Erro puro	0,0168	2	0,0084		
<b>Total</b>	<b>330,6913</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 87,22 %; \*Valores tabelados de F<sub>ap</sub> ≤ 0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.11 – Açúcares redutores do pó (Tipo A)

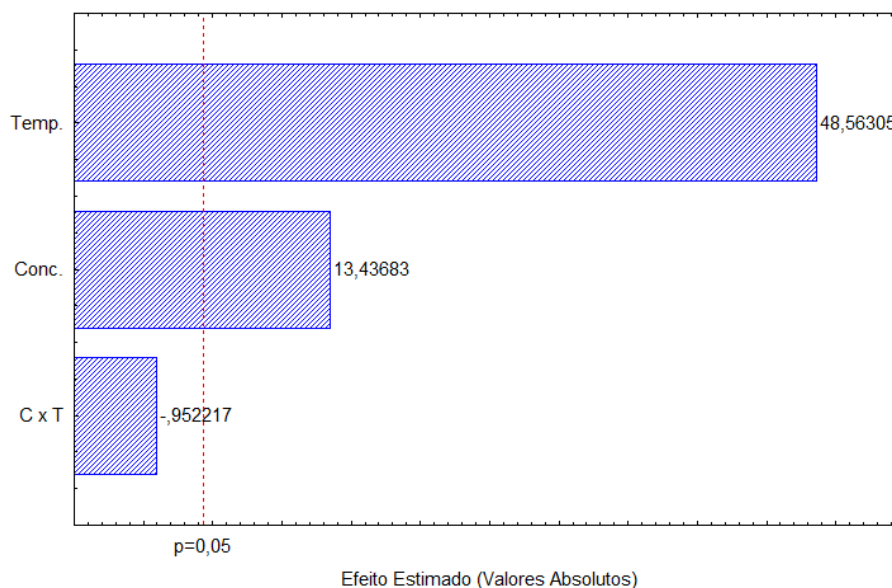
Na Tabela A.1 (Apêndice A), estão os valores médios dos açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó, do Tipo A, dos diferentes experimentos do planejamento experimental fatorial, variando entre 8,23 a 11,16% glicose. Estes valores são inferiores aos observados por Oliveira et al. (2006) para a polpa de pitanga em pó, obtida por secagem por aspersão, com médias de açúcares redutores entre 11,48 e 14,40% de glicose. Galdino (2011) ao analisar a polpa do figo-da-índia em pó, obtida da secagem por aspersão, encontrou valores de açúcares redutores de 17,52 a 25,42% de glicose.

Na Tabela 4.23 tem-se os valores dos efeitos estimados, os erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) para os açúcares redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que os fatores concentração e temperatura tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ), mas a interação não foi significativa. Os valores com sinal positivo indicam que quanto maior a temperatura de secagem, maior será o valor dos açúcares redutores; e quanto maior a concentração de maltodextrina também maior será o valor os açúcares redutores. Comportamento semelhante foi verificado por Santos et al. (2014) ao analisarem o teor de açúcares redutores do pó da goiaba obtido através da secagem por aspersão constatando que quanto mais elevada a adição de maltodextrina maior era os teores de açúcares redutores no pó de goiaba.

**Tabela 4.23** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares redutores do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>9,610000</b>	<b>0,017862</b>	<b>538,0165</b>	<b>0,000003</b>
<b>Concentração</b>	<b>0,317500</b>	<b>0,023629</b>	<b>13,4368</b>	<b>0,005493</b>
<b>Temperatura</b>	<b>1,147500</b>	<b>0,023629</b>	<b>48,5630</b>	<b>0,000424</b>
Concentração x Temperatura	-0,022500	0,023629	-0,9522	0,441486

No diagrama de Pareto visualizado na Figura 4.15 observa-se que os fatores temperatura de secagem e concentração de maltodextrina tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre os açúcares redutores, entretanto a interação não teve efeito significativo (concentração x temperatura). O efeito que mais influenciou de acordo com o diagrama foi a temperatura (48,56305) e logo após a concentração (13,43683).



**Figura 4.15** - Diagrama de Pareto dos açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.11 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo A, com os fatores avaliados, temperatura de secagem e concentração de maltodextrina, significativos a 95% de confiança (negrito).

$$AR = \mathbf{9,6100} + \mathbf{0,3175} C + \mathbf{1,1475} T \quad (4.11)$$

em que:

AR - açúcares redutores (% glicose)

C - concentração de maltodextrina (%)

T - temperatura de secagem (°C)

Diante da Tabela 4.24 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta açúcares redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, onde pode-se observar que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi bem maior que  $F_{\text{tabelado}}$ , indicando que o modelo é significativo; e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 5,4417$ , indicando que o modelo é preditivo. Confirma-se através do valor do coeficiente de determinação ( $R^2=98,06\%$ ) que o modelo dá com uma boa precisão a estimativa dos açúcares redutores.

**Tabela 4.24** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	5,6723	3	1,8908	50,4988	9,28
Resíduo	0,1123	3	0,0374		
Falta de ajuste	0,1079	1	0,1079	48,2948	18,51
Erro puro	0,0045	2	0,0022		
<b>Total</b>	<b>5,7846</b>	<b>6</b>			

$R^2= 98,06\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.12 – Açúcares redutores do pó (Tipo B)

Os valores médios dos açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó, do Tipo B encontram-se na Tabela A.2 (Apêndice A), os quais variaram entre 8,59 e 10,72% glicose. Estes valores são bem maiores que os valores observados por Borges (2011) para os bagaço de frutas tropicais, desidratados em leite de jorro, que foi de 2,01 a 3,70% glicose.

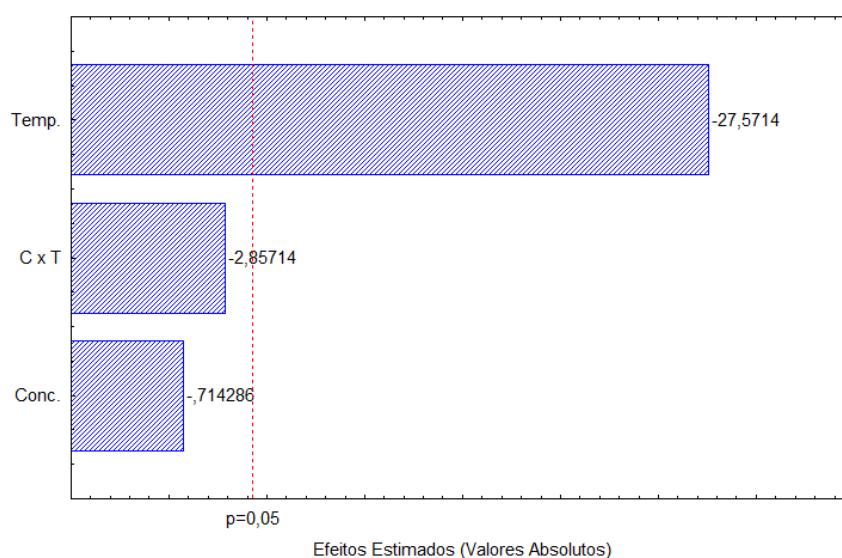
Na Tabela 4.25 tem-se os valores dos efeitos estimados, os erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) para os açúcares redutores da polpa da manga

Haden em pó do Tipo B. Observa-se que os fatores média e temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). O valor com sinal positivo indica que quanto maior a temperatura de secagem, maior será o valor dos açúcares redutores. Ressalta-se que os dados foram analisados considerando o erro puro

**Tabela 4.25** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os Açúcares redutores a do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>9,7571429</b>	<b>0,0264575</b>	<b>368,7853358</b>	<b>0,0000074</b>
Concentração	0,0500000	0,0700000	-0,7142857	0,5491652
<b>Temperatura</b>	<b>1,9300000</b>	<b>0,0700000</b>	<b>-27,5714286</b>	<b>0,0013129</b>
Concentração x Temperatura	0,2000000	0,0700000	-2,8571429	0,1037786

Na Figura 4.16 apresenta-se o diagrama de Pareto dos açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do Tipo B, o gráfico mostra detalhadamente que o fator temperatura de secagem foi significativo estatisticamente a 95% de confiança.



**Figura 4.16** - Diagrama de Pareto dos açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.12 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para os açúcares redutores da manga

Haden em pó do Tipo B, com o fator temperatura de secagem significativo a 95% de confiança (negrito).

$$AR = 9,7514 - 0,9650 T \quad (4.12)$$

em que:

AR- açúcares redutores

T - temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.26 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi mais elevado do que  $F_{\text{tabelado}}$ , e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 6,2129$ , significando que se trata de um modelo de primeira ordem para os açúcares redutores estatisticamente significativo e preditivo. O modelo demonstra ser bastante preciso, em razão do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ter sido alto (98,30%).

**Tabela 4.26** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares redutores da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	3,7674	3	1,2558	57,6559	9,28
Resíduo	0,0653	3	0,0218		
Falta de ajuste	0,0555	1	0,0555	11,3353	18,51
Erro puro	0,0098	2	0,0049		
Total	3,8327	6			

$R^2 = 98,30\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha p \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.13 – Açúcares totais do pó (Tipo A)

Na Tabela A.1 (Apêndice A), encontram-se os valores médios dos açúcares totais da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, dos diferentes experimentos do planejamento experimental fatorial. Observa-se que os açúcares totais variaram entre 17,13 a 20,91% glicose, sendo superiores aos valores determinados por Bezerra et al. (2010) para os pós de mangas das variedades Coite e Espada, com 7,62 e 16,17% glicose, respectivamente.

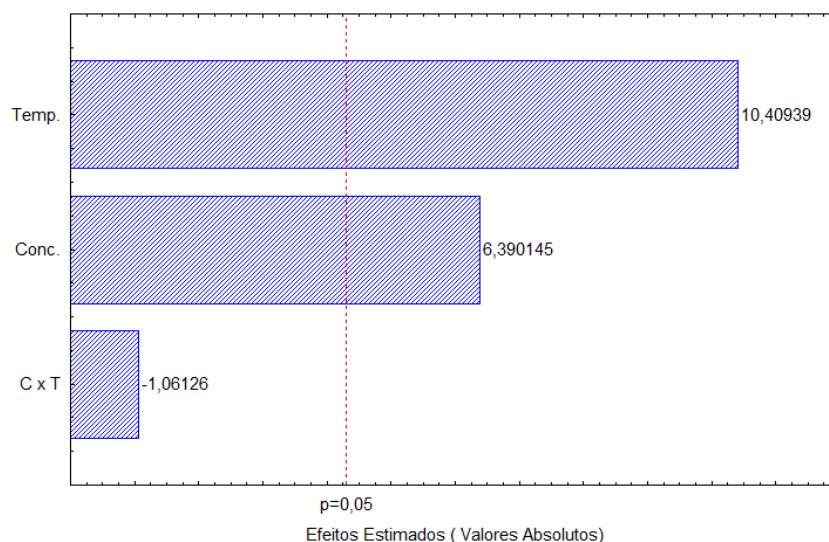
Na Tabela 4.27 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para os açúcares totais da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que os fatores média, concentração de maltodextrina e temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ), e a interação não foi significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.27** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares totais do pó Tipo A

Fatores	Efeito	Erro	t(2)	Significância
	Estimado	Padrão		Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>18,36143</b>	<b>0,083694</b>	<b>219,3864</b>	<b>0,000021</b>
<b>Concentração</b>	<b>1,41500</b>	<b>0,221435</b>	<b>6,3901</b>	<b>0,023625</b>
<b>Temperatura</b>	<b>2,30500</b>	<b>0,221435</b>	<b>10,4094</b>	<b>0,009103</b>
Concentração x Temperatura	-0,23500	0,221435	-1,0613	0,399783

O diagrama de Pareto ilustrado na Figura 4.17, mostra claramente os efeitos dos fatores lineares estudados, nota-se que todos os efeitos foram significativos a 95% de confiança, menos a interação. Observa-se também que a temperatura foi o fator que mais influenciou no teor dos açúcares totais, em seguida foi a concentração de maltodextrina. Nota-se que todos os fatores que influenciaram na determinação da variável de resposta foram positivos, ou seja, mostraram efeito crescente no teor de açúcares totais indicando que quanto maior a temperatura maior será o teor de açúcares totais e quanto maior a concentração de maltodextrina maior também o teor dos açúcares totais.





**Figura 4.17-** Diagrama de Pareto dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.13 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para os açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A, com o fator temperatura de secagem e concentração de maltodextrina significativos a 95% de confiança (**negrito**).

$$AT = \mathbf{18,3614} + \mathbf{0,7075 C} + \mathbf{1,1525 T} \quad (4.13)$$

em que:

AT- açúcar total (% glicose)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.28 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para os açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para os açúcares totais não foi estatisticamente significativo e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 0,1289$  indicando ser não preditivo. Este comportamento também pode ser confirmado pelo baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (54,46%). Observa-se que a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.28** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os Açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo A

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
Regressão	7,3705	3	2,4568	1,1960	9,28
Resíduo	6,1624	3	2,0541		
Falta de ajuste	6,0643	1	6,0643	123,6780	18,51
Erro puro	0,0981	2	0,0490		
<b>Total</b>	<b>13,5329</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 54,46%;\*Valores tabelados de Fap≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.14 – Açúcares totais do pó (Tipo B)

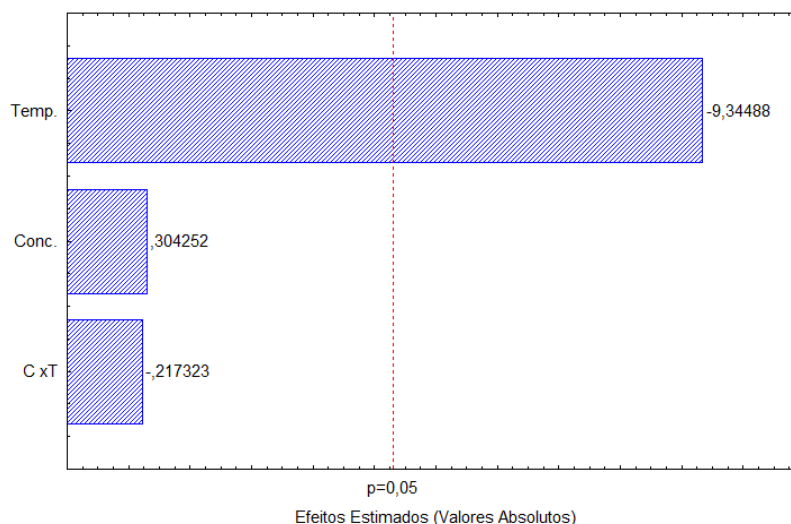
Na Tabela A.2 (Apêndice A) tem-se os teores dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B dos diferentes experimentos do planejamento experimental, os quais variaram de 18,98 a 22,58% glicose.

Na Tabela 4.29 são apresentados, para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para os açúcares totais da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Encontram-se em negrito os fatores significativos a 95% de confiança (p≤0,05). Observa-se que apenas a média e o fator temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança (p≤0,05) sobre os açúcares totais.

**Tabela 4.29** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os Açúcares totais do pó Tipo B

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>20,78429</b>	<b>0,043480</b>	<b>478,0238</b>	<b>0,000004</b>
Concentração	0,03500	0,115036	0,3043	0,789674
<b>Temperatura</b>	<b>-1,07500</b>	<b>0,115036</b>	<b>-9,3449</b>	<b>0,011258</b>
Concentração x Temperatura	-0,02500	0,115036	-0,2173	0,848112

Na Figura 4.18 tem-se, ilustrado, o diagrama de Pareto, que mostra que a temperatura foi o único fator que influenciou no teor dos açúcares totais, alcançando o valor absoluto de -9,3449. Nota-se que o valor foi negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente no teor de açúcares totais, indicando que quanto maior a temperatura menor será o teor de açúcares totais. Este comportamento é contrário ao resultado obtido para o pó do Tipo A.



**Figura 4.18** - Diagrama de Pareto dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.14 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para os açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B, com o fatores média e temperatura de secagem significativos a 95% de confiança (**negrito**).

$$AT = \mathbf{20,7843} - \mathbf{0,5375} T \quad (4.14)$$

em que:

AT - açúcares totais (% glicose)

T – temperatura de secagem (°C)

Analisando a Tabela 4.30 verifica-se, para a regressão, que o valor do  $F_{\text{calculado}}$  foi bem menor que o valor do  $F_{\text{tabelado}}$ , podendo-se assegurar que o modelo de primeira ordem para o teor dos açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B não foi significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  sendo considerado não preditivo. A falta de

ajuste foi significativa e o modelo apresentou baixo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 7,21% sendo, assim, considerada significativa.

**Tabela 4.30** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares totais da manga Haden em pó do Tipo B

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
Regressão	1,1575	3	0,3858	0,0778	9,2800
Resíduo	14,8861	3	4,9620		
Falta de ajuste	14,8596	1	14,8596	1122,8939	18,5100
Erro puro	0,0265	2	0,0132		
<b>Total</b>	<b>16,0436</b>	<b>6</b>			

$R^2= 7,21\%$ ;\*Valores tabelados de  $F_{ap} \leq 0,005$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.15 – Açúcares não redutores do pó (Tipo A)

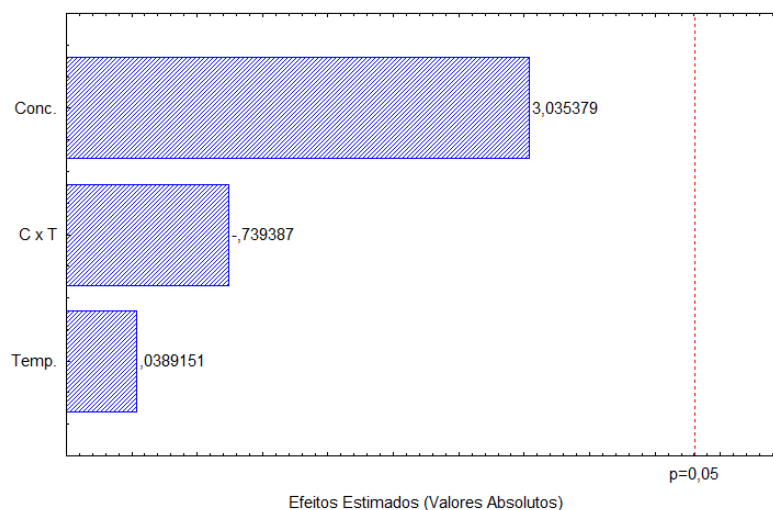
Na Tabela A.1 (Apêndice A) tem-se os valores médios dos açúcares não redutores da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, para os distintos experimentos do planejamento fatorial. Verifica-se que os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A, obteve médias que variaram de 7,67 a 9,93% sacarose. Galdino (2011) encontrou valores dos açúcares não redutores para figo da Índia, desidratado por secagem por aspersão, que variaram entre 1,21 a 10,55% de sacarose, médias que estão entre as encontradas no presente trabalho.

Na Tabela 4.31 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para os açúcares não redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que apenas a média, que está em negrito, foi significativa.

**Tabela 4.31** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares não redutores do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>8,752857</b>	<b>0,097125</b>	<b>90,11918</b>	<b>0,000123</b>
Concentração	0,780000	0,256970	3,03538	0,093554
Temperatura	0,010000	0,256970	0,03892	0,972493
Concentração x Temperatura	-0,190000	0,256970	-0,73939	0,536677

Na Figura 4.19 tem-se o diagrama de Pareto ilustrando o que foi explicado anteriormente, a não significância dos fatores analisados sobre o teor dos açúcares não redutores da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, ou seja nem a temperatura nem concentração de maltodextrina influenciaram nos açúcares não redutores.



**Figura 4.19-** Diagrama de Pareto dos açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A

Na Tabela 4.32 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para os açúcares não redutores não foi estatisticamente significativo e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Este comportamento também pode ser confirmado pelo baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (12,13%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.32** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
Regressão	0,6446	3	0,2149	0,1381	9,28
Resíduo	4,6681	3	1,5560		
Falta de ajuste	4,5361	1	4,5361	68,6937	18,51
Erro puro	0,1321	2	0,0660		
Total	5,3127	6			

R<sup>2</sup>= 12,13%;\*Valores tabelados de F<sub>ap</sub>≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.16 – Açúcares não redutores do pó (Tipo B)

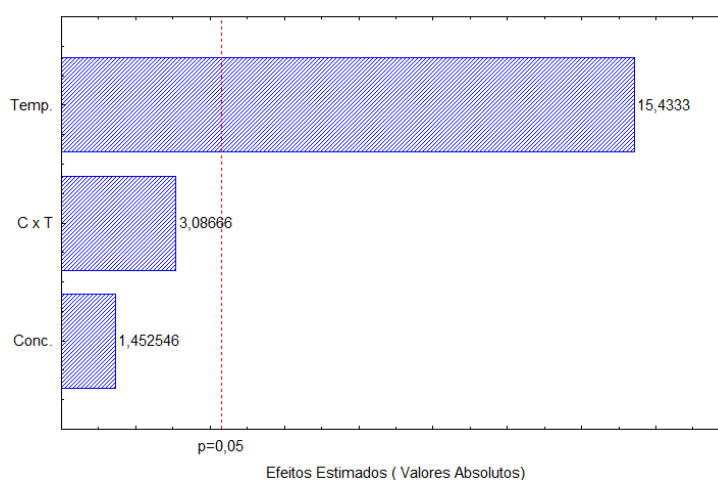
Na Tabela A.2 (Apêndice A), tem-se os valores médios dos açúcares não redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo B para os experimentos do planejamento experimental fatorial. Observa-se que os açúcares não redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo B apresentaram na maioria dos experimentos valores superiores aos da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, variando de 9,37 a 12,67% sacarose.

Na Tabela 4.33 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para os açúcares não redutores da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem, valores em negrito, foram significativos a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 4.33-** Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para os açúcares não redutores do pó do Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>11,02571</b>	<b>0,020817</b>	<b>529,6582</b>	<b>0,000004</b>
Concentração	0,08000	0,055076	1,4525	0,283502
<b>Temperatura</b>	<b>0,85000</b>	<b>0,055076</b>	<b>15,4333</b>	<b>0,004172</b>
Concentração x Temperatura	0,17000	0,055076	3,0867	0,090879

Na Figura 4.20 tem-se o diagrama de Pareto ilustrando que a temperatura de secagem foi o fator que influenciou significativamente nos açúcares não redutores do pó do Tipo B, alcançando um valor positivo de 15,4333, indicativo de que o fator temperatura de secagem tem efeito crescente, significando que quanto maior a temperatura maior também será o teor dos açúcares não redutores.



**Figura 4.20** - Diagrama de Pareto dos açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.15 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B, com os fatores média e temperatura de secagem significativo sa 95% de confiança (negrito).

$$\text{ANR} = \mathbf{11,0257} + \mathbf{0,4250 T} \quad (4.15)$$

em que:

ANR - açúcares não redutores (% sacarose)

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.34 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para os açúcares não redutores não foi estatisticamente significativo e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Este resultado pode ser admitido observando o baixo valor do

coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (5,46%) e a falta de ajuste comportando-se de forma significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.34** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para os açúcares não redutores da manga Haden em pó do Tipo B

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado</sub>*</b>
Regressão	0,7578	3	0,2526	0,0577	9,28
Resíduo	13,1280	3	4,3760		
Falta de ajuste	13,1219	1	13,1219	4325,9027	18,51
Erro puro	0,0061	2	0,0030		
<b>Total</b>	<b>13,8858</b>	<b>6</b>			

$R^2= 5,46\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.17 – Cinzas do pó (Tipo A)

Na Tabela A.1 (Apêndice A), observam-se os valores médios do teor de cinzas da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, dos diferentes experimentos do planejamento fatorial variando entre 0,61 a 1,48%. SANTANA (2013) encontrou para a polpa de pequi e leite de coco babaçu em pó, produzidos por secagem por aspersão, valores de cinzas variando de 0,27 a 1,88%.

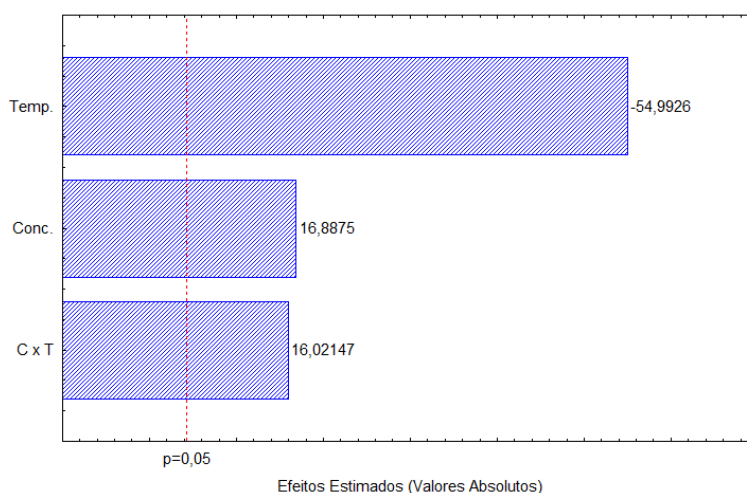
Na Tabela 4.35 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para as cinzas da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação concentração x temperatura, tiveram efeito significativo a 95% de confiança.



**Tabela 4.35** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para as cinzas do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	1,267143	0,004364	290,3389	0,000012
Concentração	0,195000	0,011547	16,8875	0,003488
Temperatura	-0,635000	0,011547	-54,9926	0,000331
Concentração x Temperatura	0,185000	0,011547	16,0215	0,003873

Na Figura 4.21 tem-se o ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação Concentração x Temperatura tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre as cinzas. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou sobre a variável de resposta, apresentando valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente no teor de cinzas, indicando que quanto maior a temperatura menor será o teor de cinzas. Com relação a concentração de maltodextrina e a interação o efeito foi crescente, indicando que quanto maior a concentração de maltodextrina maior o teor de cinzas.



**Figura 4.21** - Diagrama de Pareto das cinzas da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.16 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo A, com todos os fatores avaliados significativos a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Cinzas} = 1,2671 + 0,0975 C - 0,3175 T + 0,0925 C.T \quad (4.16)$$

em que:

Cinzas – conteúdo mineral (%)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

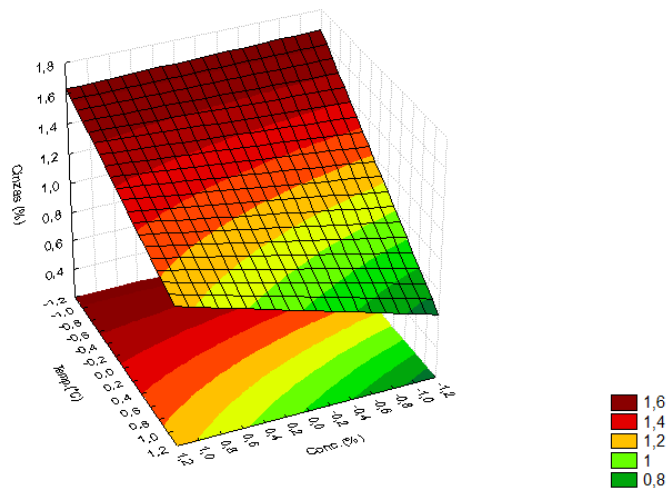
Na Tabela 4.36 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para as cinzas não foi estatisticamente significativo e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um valor razoável (69,44%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.36** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para cinzas da manga Haden em pó do Tipo A.

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	0,4755	3	0,1585	2,2721	9,28
Resíduo	0,2093	3	0,0698		
Falta de ajuste	0,2090	1	0,2090	1567,5089	18,51
Erro puro	0,0003	2	0,0001		
<b>Total</b>	<b>0,6847</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 69,44\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.22 tem-se a superfície de resposta para as cinzas da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Nota-se que quando se analisou o ponto central, obteve-se o experimento de maior teor de cinzas (1,48%) para o pó Tipo A; e o experimento de menor valor do teor de cinzas (0,61%) obteve-se na maior temperatura de secagem (190°C) e na maior concentração de maltodextrina (40%). Bezerra et al. (2010) encontraram para as polpas de manga cv.Coité e Espada em pó desidratação em estufa a vácuo, a  $61^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , por 18 horas, teores de cinzas de 1,68 e 1,34%, respectivamente, valores esses superiores ao encontrado neste trabalho.



**Figura 4.22** - Superfície de resposta para cinzas da manga Haden em pó do Tipo A, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.18 – Cinzas do pó (Tipo B)

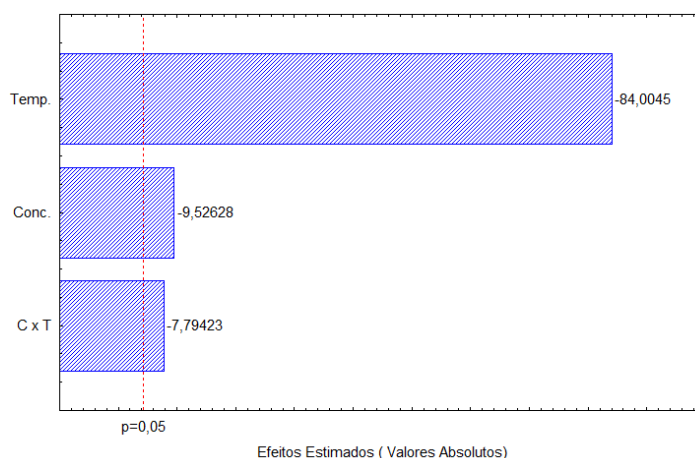
Observando-se a Tabela A.2 (Apêndice A), observa-se que o teor de cinzas da manga Haden em pó do Tipo B, variou entre 0,73 a 1,39%. Ao comparar com manga Haden em pó do Tipo A, constata-se que o teor de cinzas do pó Tipo B na maioria dos experimentos apresentou valores inferiores evidenciando que amostras coletadas na câmara e no ciclone exibem características diferenciadas. Uchoa et al. (2008) notaram, avaliando os pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais, desidratados em estufa a vácuo, a 65 °C, teores de cinzas variando de 1,78 a 2,52%.

Na Tabela 4.37 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para as cinzas da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação concentração x temperatura, tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.37-** Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para cinzas a do pó Tipo B.

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	0,968571	0,002182	443,8552	0,000005
Concentração	-0,055000	0,005774	-9,5263	0,010840
Temperatura	-0,485000	0,005774	-84,0045	0,000142
Concentração x Temperatura	0,968571	0,002182	-7,7942	0,000005

Na Figura 4.23 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação Concentração x Temperatura tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre as cinzas. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou sobre a variável de resposta cinzas, seguida da concentração e com menor influencia a interação. Observa-se que todos os fatores apresentaram valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente no teor de cinzas, indicando que quanto maior a temperatura e maior a concentração menor será o teor de cinzas.



**Figura 4.23-** Diagrama de Pareto das cinzas da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.17 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo B, com todos os fatores avaliados significativos a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Cinzas} = \mathbf{0,9686} - \mathbf{0,0275 C} - \mathbf{0,2425 T} - \mathbf{0,0225 C.T} \quad (4.17)$$

em que:

Cinzas – (%)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

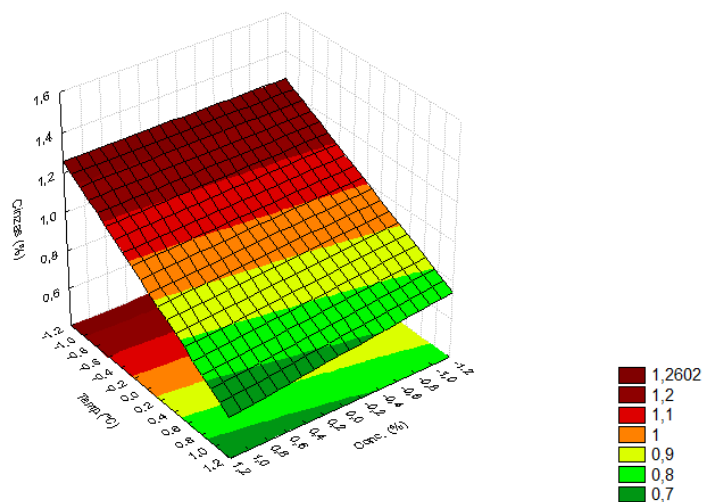
Na Tabela 4.38 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para as cinzas não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um valor muito baixo (45,97%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  (8470,3214) bem superior ao  $F_{\text{tabelado}}$  (18,51), evidenciando também que houve uma falta de ajuste do modelo aos dados experimentais.

**Tabela 4.38** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para cinzas da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
Regressão	0,2403	3	0,0801		
Resíduo	0,2824	3	0,0941	0,8508	9,28
Falta de ajuste	0,2823	1	0,2823		
Erro puro	0,0001	2	0,0000	8470,3214	18,51
<b>Total</b>	<b>0,5227</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 45,97\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.24 tem-se a superfície de resposta para as cinzas da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Analisando os pontos centrais de concentração de maltodextrina e temperatura do ar de secagem, verifica-se comportamento contrário ao pó do Tipo A, pois, alcançou o menor teor de cinzas (0,73%) para o pó Tipo B no ponto central (temperatura de secagem = 170 °C; e 35% de maltodextrina) e o teor máximo de cinzas (1,39%) foi determinado na menor temperatura de secagem (50 °C) e menor concentração de maltodextrina (30%).



**Figura 4.24** - Superfície de resposta para as cinzas da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.19 – Tempo de reconstituição do pó (Tipo A)

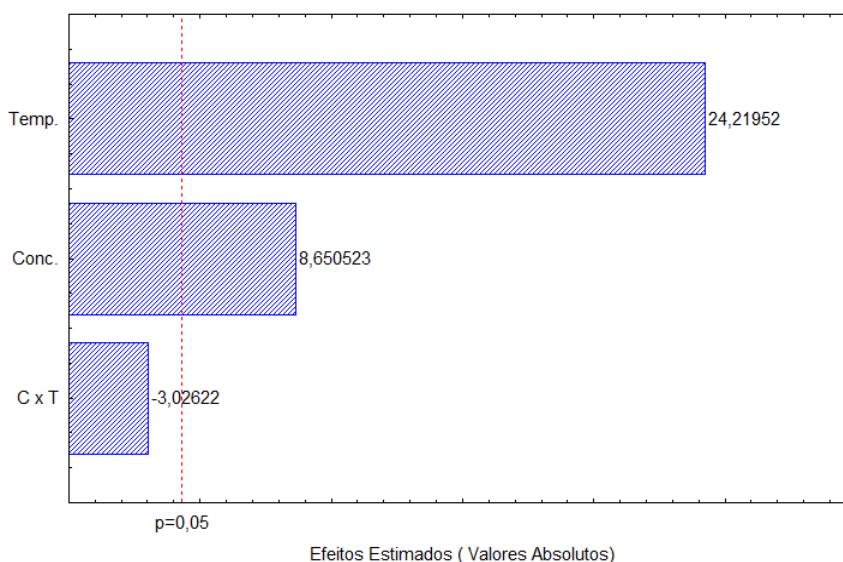
Na Tabela A.1 (Apêndice A) encontram-se as médias para o tempo de reconstituição que variaram de 42,33 a 93,00 segundos a para polpa de manga Haden em pó do Tipo A, nos diferentes experimentos do planejamento experimental. Sousa (2009) ao estudar a secagem de mistura de polpa de frutas tropicais em leite de jorro encontrou um tempo médio de 300s, sendo muito superior aos valores do presente trabalho.

Na Tabela 4.39 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para o tempo de reconstituição da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança; e a interação não foi significativa. Os dados foram obtidos considerando-se o erro puro.

**Tabela 4.39** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para o tempo de reconstituição do pó Tipo A.

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	71,33143	0,582642	122,4276	0,000067
Concentração	13,33500	1,541525	8,6505	0,013101
Temperatura	37,33500	1,541525	24,2195	0,001700
Concentração x Temperatura	-4,66500	1,541525	-3,0262	0,094044

Na Figura 4.25 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina e temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre o tempo de reconstituição. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou sobre o tempo de reconstituição, seguida da concentração. Observa-se que todos os fatores apresentaram valor positivo, ou seja, apresentou efeito crescente no tempo de reconstituição, indicando que quanto maior a temperatura e maior a concentração maior será o tempo de reconstituição.



**Figura 4.25** - Diagrama de Pareto do Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.18 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o tempo de reconstituição da manga

Haden em pó do Tipo A, com os fatores concentração de maltodextrina e temperatura de secagem significativos a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Temp. Reconstituição} = \mathbf{71,3314 + 6,6675 C + 18,6675 T} \quad (4.18)$$

em que:

Tempo de reconstituição - (s)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.40 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para o tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para o tempo de reconstituição foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 8,04$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um valor bom (96,68%) e a falta de ajuste não foi significativa a 95% de confiança tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.40** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo A.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
Regressão	1593,4867	3	531,1622	74,6014	9,28
Resíduo	21,3600	3	7,1200		
Falta de ajuste	16,6074	1	16,6074	6,9888	18,51
Erro puro	4,7526	2	2,3763		
<b>Total</b>	<b>1614,8467</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 98,68\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.20 – Tempo de reconstituição do pó (Tipo B)

A Tabela A.2 (Apêndice A) encontram-se os valores das médias do tempo de reconstituição da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, variando de 89 a 135 segundos. Castoldi (2012) ao estudar o processo de secagem por *refractance window*®, encontrou



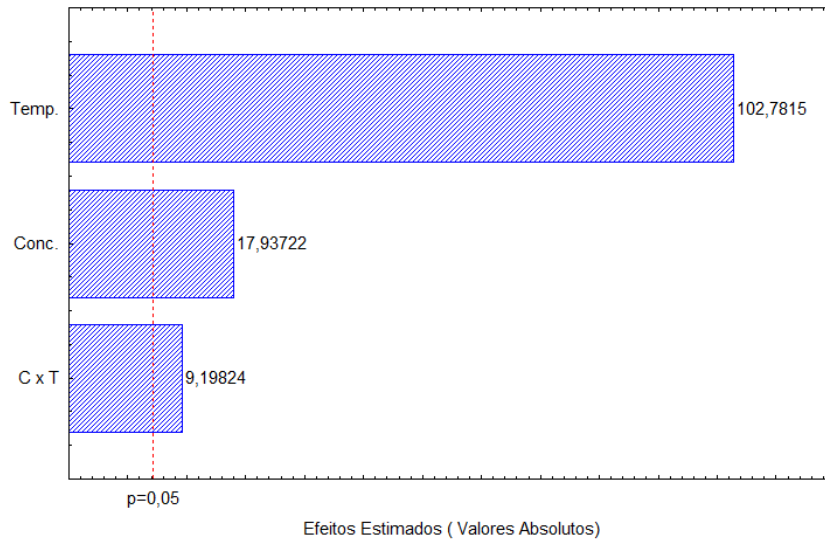
valores de 3 a 11 segundos durante a determinação do tempo de instantaneização da polpa de tomate, sendo muito inferiores ao da polpa da manga Haden em pó do Tipo B.

Na Tabela 4.41 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para o tempo de reconstituição da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança. Os dados foram obtidos considerando-se o erro puro.

**Tabela 4.41** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Tempo de reconstituição da manga Haden do pó Tipo B.

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>111,9500</b>	<b>0,144024</b>	<b>777,3020</b>	<b>0,000002</b>
<b>Concentração</b>	<b>6,8350</b>	<b>0,381051</b>	<b>17,9372</b>	<b>0,003094</b>
<b>Temperatura</b>	<b>39,1650</b>	<b>0,381051</b>	<b>102,7815</b>	<b>0,000095</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>3,5050</b>	<b>0,381051</b>	<b>9,1982</b>	<b>0,011614</b>

Na Figura 4.26 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre o tempo de reconstituição. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou sobre o tempo de reconstituição, seguida da concentração e por último a interação. Observa-se que todos os fatores apresentaram valores positivos, ou seja, apresentaram efeito crescente no tempo de reconstituição, indicando que quanto maior a temperatura de secagem e maior a concentração de maltodextrina maior será o tempo de reconstituição.



**Figura 4.26-** Diagrama de Pareto Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B.

Na Equação 4.19 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B, com os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação significativos a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Temp. Reconstituição} = \mathbf{111,9500} + \mathbf{3,4175 C} + \mathbf{19,5825 T} + \mathbf{1,7525 C.T} \quad (4.19)$$

em que:

Tempo de reconstituição – (s)

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

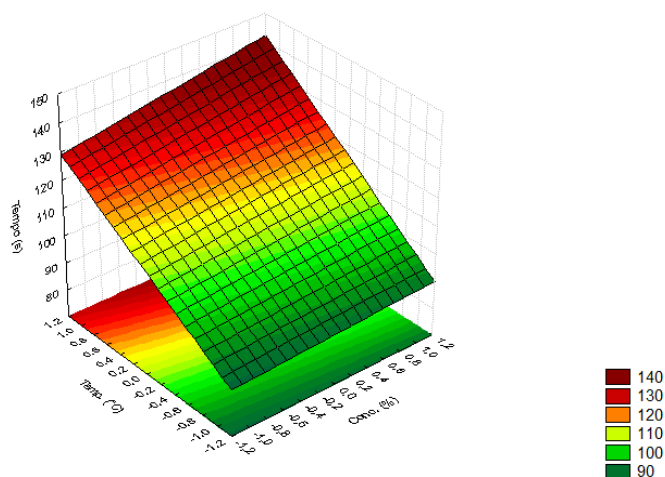
Na Tabela 4.42 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para o tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para o tempo de reconstituição foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 6,28$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um valor bom (98,31%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.42** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Tempo de reconstituição da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
Regressão	1592,8995	3	530,9665	58,2559	9,28
Resíduo	27,3431	3	9,1144		
Falta de ajuste	27,0527	1	27,0527	186,3135	18,51
Erro puro	0,2904	2	0,1452		
<b>Total</b>	<b>1620,2426</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 98,31%;\*Valores tabelados de Fap≤0,005.SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.27 tem-se a superfície de resposta gerada através do modelo de 1ª ordem para o tempo de reconstituição da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Observa-se que o menor tempo de reconstituição foi de 89 segundos para o Experimento 1, com a menor temperatura de secagem (150 °C) e a menor concentração de maltodextrina (30%); e o maior tempo de reconstituição foi de 135 segundos encontrado na maior temperatura de secagem (190 °C) e maior concentração de maltodextrina (40%).



**Figura 4.27** - Superfície de resposta para Tempo de reconstituição manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.21 – Luminosidade do pó (Tipo A)

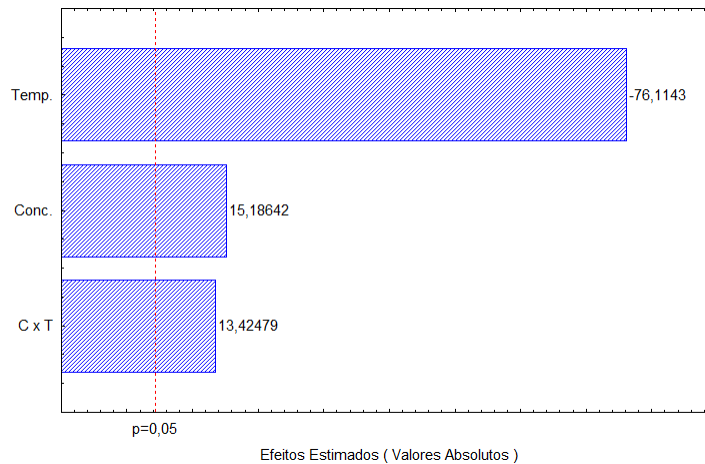
Tem-se na Tabela A.1 (Apêndice A), os valores médios da luminosidade ( $L^*$ ) da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, para os diferentes experimentos, os quais variaram entre 61,62 a 76,65. Peng et al. (2013) verificaram para a polpa de batata doce em pó desidratada no secador por aspersão, valores de luminosidade bem próximos aos encontrados nesse estudo, variando entre 69,61 a 73,04.

Na Tabela 4.43 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a luminosidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança. Os dados foram obtidos considerando-se o erro puro.

**Tabela 4.43** - Efeito estimado, erro padrão, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a luminosidade do pó Tipo A

<b>Fatores</b>	<b>Efeito Estimado</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t(2)</b>	<b>Significância Estatística (p)</b>
<b>Média</b>	<b>70,9514</b>	<b>0,062221</b>	<b>1140,317</b>	<b>0,000001</b>
<b>Concentração</b>	<b>2,5000</b>	<b>0,164621</b>	<b>15,186</b>	<b>0,004308</b>
<b>Temperatura</b>	<b>-12,5300</b>	<b>0,164621</b>	<b>-76,114</b>	<b>0,000173</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>2,2100</b>	<b>0,164621</b>	<b>13,425</b>	<b>0,005503</b>

Na Figura 4.29 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre a luminosidade. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou sobre a luminosidade, seguida da concentração e por último a interação. Observa-se que a temperatura apresentou valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente na luminosidade, indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor a luminosidade; e a concentração de maltodextrina apresentou valor positivo, indicando que quanto maior a concentração maior a luminosidade.



**Figura 4.28** - Diagrama de Pareto da luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.20 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A, com os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação significativos a 95% de confiança (negrito).

$$L^* = \mathbf{70,9514} + \mathbf{1,2500 C} - \mathbf{6,2650 T} + \mathbf{1,1050 C.T} \quad (4.20)$$

em que:

$L^*$  - luminosidade

$C$  – concentração de maltodextrina (%)

$T$  – temperatura de secagem (°C)

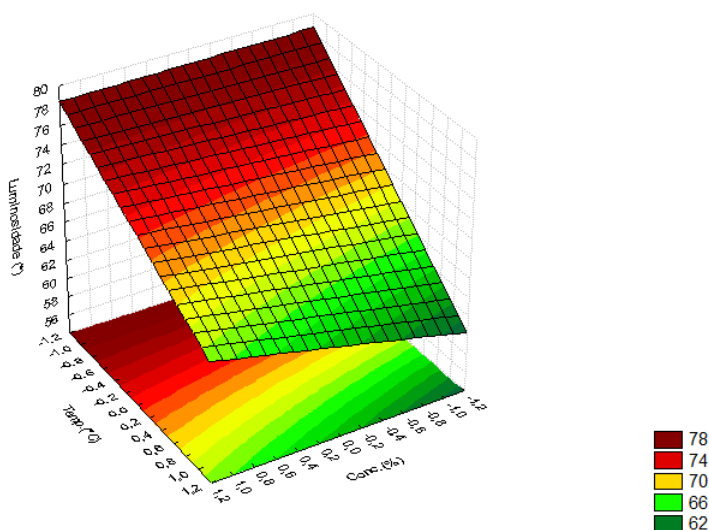
Na Tabela 4.44 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a luminosidade ( $L^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a luminosidade foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 3,79$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um valor bom (97,94%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.44** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
Regressão	168,1350	3	56,0450	35,1888	9,28
Resíduo	4,7781	3	1,5927		
Falta de ajuste	4,7239	1	4,7239	174,3131	18,51
Erro puro	0,0542	2	0,0271		
<b>Total</b>	<b>172,9131</b>	<b>6</b>			

R<sup>2</sup>= 97,94%;\*Valores tabelados de Fap≤0,005.SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.29 tem-se a superfície de resposta para a luminosidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Verifica-se que a maior luminosidade ocorreu na maior concentração de maltodextrina (40%) e menor temperatura de secagem (150 °C);e a menor luminosidade foi na menor concentração de maltodextrina (30%) e maior temperatura de secagem (190 °C).



**Figura 4.29** - Superfície de resposta para luminosidade da manga Haden em pó do Tipo A, relacionando a concentração e temperatura

#### 4.3.22 – Luminosidade do pó (Tipo B)

Na Tabela A.2 (Apêndice A), encontram-se os valores médios da luminosidade ( $L^*$ ) para a polpa de manga Haden em pó do Tipo B, 73,24 a 85,88. Nota-se que a luminosidade do pó do Tipo B foi superior ao pó do Tipo A dentro do mesmo experimento, sugerindo que as amostras coletadas nos distintos locais do secador possuem características diferenciadas. As amostras do Tipo B foram mais claras do que as amostras do pó do Tipo A. Uma hipótese para este fato pode ser em razão do pó do Tipo B ter sido coletado no ciclone onde as temperaturas são menores do que na câmara de secagem e podem contribuir para uma cor mais clara, ou seja, as partículas não encontram-se tão expostas a altas temperaturas por muito tempo, o que não ocorre com o pó coletado da câmara que passa todo o processo de secagem exposto a altas temperaturas fazendo com o que a cor do produto se torne mais escura. Fujita et al. (2013) ao realizar a secagem em leite de jorro da polpa de camu-camu adicionando de maltodextrina, obteve valores para a luminosidade variando de 36,60 a 61,40.

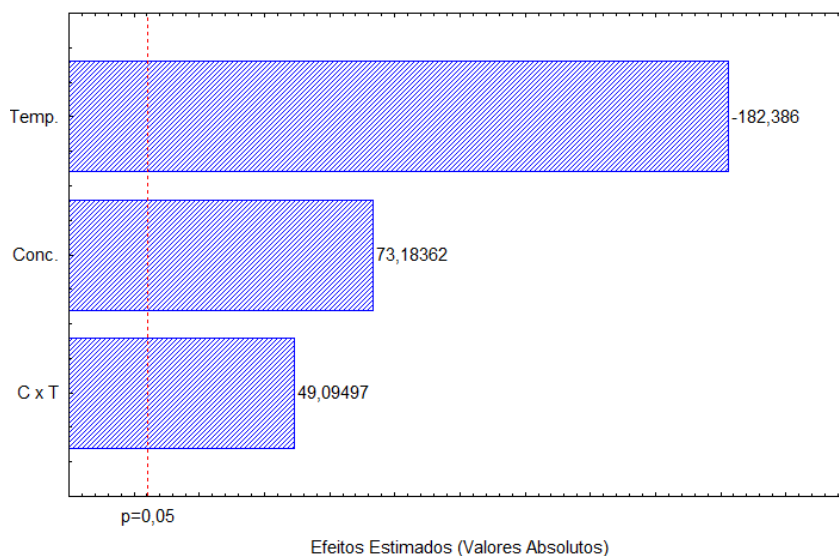
Na Tabela 4.45 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a luminosidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.45** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para luminosidade da manga Haden do pó Tipo B

Fatores	Efeito	Erro	t(2)	Significância
	Estimado	Padrão		Estatística (p)
Média	82,43857	0,016475	5003,832	0,000000
Concentração	3,19000	0,043589	73,184	0,000187
Temperatura	-7,95000	0,043589	-182,386	0,000030
Concentração x Temperatura	2,14000	0,043589	49,095	0,000415

Na Figura 4.30 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre a luminosidade. Observa-se que a temperatura de

secagem foi o fator que mais influenciou sobre a luminosidade, seguida da concentração e por último a interação. Observa-se que a temperatura apresentou valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente na luminosidade, indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor a luminosidade; e a concentração de maltodextrina apresentou valor positivo, indicando que quanto maior a concentração maior a luminosidade. A interação também foi positiva.



**Figura 4.30** - Diagrama de Pareto da luminosidade da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.21 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a luminosidade da manga Haden em pó do Tipo B, com os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação significativos a 95% de confiança (negrito).

$$L^* = \mathbf{82,4386} + \mathbf{1,5950 C} - \mathbf{3,9750 T} + \mathbf{1,0700 C.T} \quad (4.21)$$

em que:

$L^*$  - luminosidade

$C$  – concentração de maltodextrina (%)

$T$  – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.46 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a luminosidade ( $L^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a luminosidade



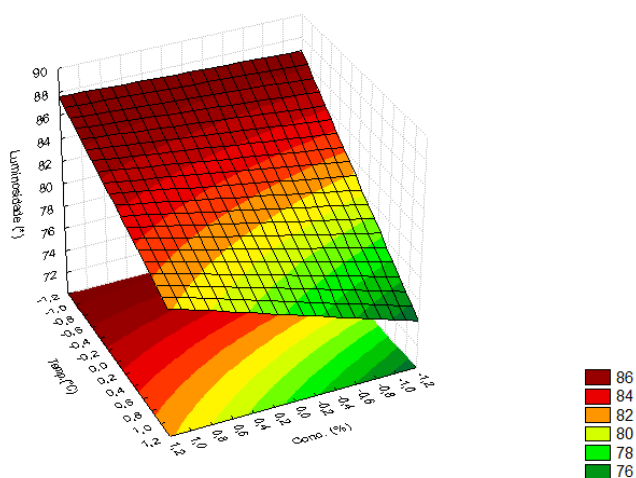
não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um baixo valor (56,06%) e a falta de ajuste foi significativa a 95% de confiança tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.46** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para luminosidade da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	Fcalculado	Ftabelado*
Regressão	77,9582	3	25,9861	1,2759	9,28
Resíduo	61,1025	3	20,3675		
Falta de ajuste	61,0987	1	61,0987	32157,2030	18,51
Erro puro	0,0038	2	0,0019		
<b>Total</b>	<b>139,0607</b>	<b>6</b>			

$R^2 = 56,06\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha p \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.31 tem-se a superfície de resposta para a luminosidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Verifica-se que a maior luminosidade ocorreu no ponto central (concentração de maltodextrina = 35%; temperatura de secagem = 150 °C; e a menor luminosidade foi na menor concentração de maltodextrina (30%) e maior temperatura de secagem (190 °C).



**Figura 4.31** - Superfície de resposta para luminosidade ( $L^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.23 – Intensidade de vermelho (+a\*) do pó (Tipo A)

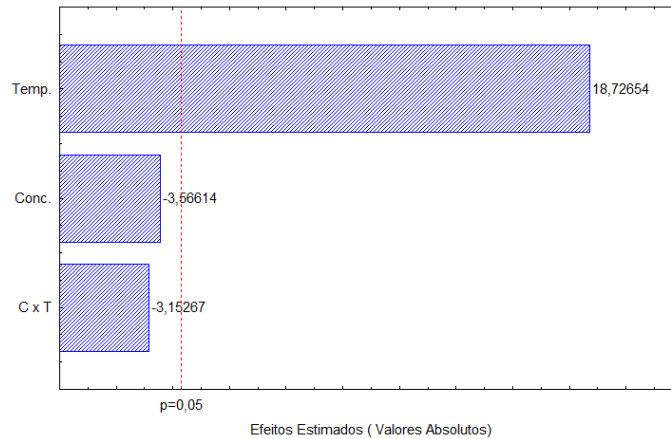
Na Tabela A.1 (Apêndice A), tem-se os valores médios da intensidade de vermelho (+a\*) da manga Haden em pó do Tipo A, os quais variaram entre 4,25 a 10,72.

Na Tabela 4.47 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a intensidade de vermelho da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.47** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a intensidade de vermelho (+a\*) do pó Tipo A

Fatores	Efeito	Erro	t(2)	Significância
	Estimado	Padrão		Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>6,78143</b>	<b>0,109697</b>	<b>61,81989</b>	<b>0,000262</b>
Concentração	-1,03500	0,290230	-3,56614	0,070427
<b>Temperatura</b>	<b>5,43500</b>	<b>0,290230</b>	<b>18,72654</b>	<b>0,002839</b>
Concentração x Temperatura	-0,91500	0,290230	-3,15267	0,087593

Na Figura 4.32 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança sobre a intensidade de vermelhada manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que a temperatura de secagem influenciou bastante na intensidade de vermelho e com valor positivo, ou seja, apresentou efeito crescente na intensidade de vermelho, indicando que quanto maior a temperatura de secagem maior a intensidade de vermelho.



**Figura 4.32** - Diagrama de Pareto da Intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.22 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A, com o fator temperatura de secagem significativo a 95% de confiança (**negrito**).

$$+a^* = \mathbf{6,7814} + \mathbf{2,7175 T} \quad (4.22)$$

em que:

$+a^*$  - intensidade de vermelho

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.48 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 4,62$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um bom valor (97,72%) e a falta de ajuste não foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

Osorio et al. (2011) verificaram para os pós da goiaba, obtidos a partir da secagem por aspersão, valores médios da intensidade de vermelho de 6,53 e 7,53.

**Tabela 4.48** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para intensidade de vermelho (a\*) da manga Haden em pó do Tipo A

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>tabelado*</sub></b>
<b>Regressão</b>	31,4477	3	10,4826	42,8670	9,28
<b>Resíduo</b>	0,7336	3	0,2445		
<b>Falta de ajuste</b>	0,5651	1	0,5651	6,7093	18,51
<b>Erro puro</b>	0,1685	2	0,0842		
<b>Total</b>	32,1813	6			

R<sup>2</sup>= 97,72%;\*Valores tabelados de F<sub>ap</sub>≤0,005.SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.24 – Intensidade de vermelho (+a\*) do pó (Tipo B)

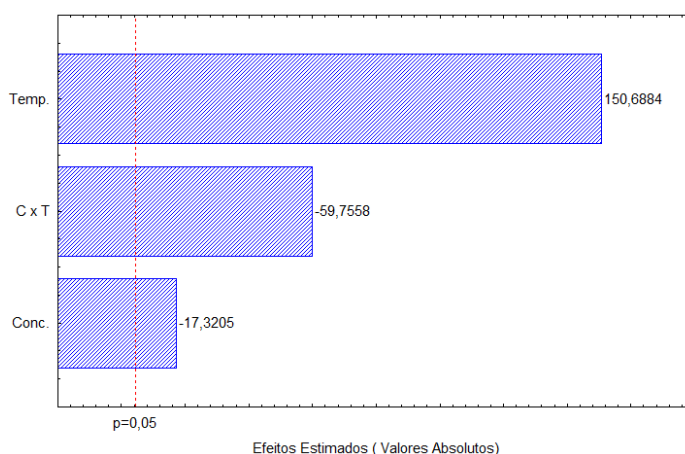
Na Tabela A.2 (Apêndice A), tem-se os valores médios dos experimentos do planejamento experimental da intensidade de vermelho (+a\*) da manga Haden em pó do Tipo B, os quais variaram de 0,25 a 2,68. Martins (2013) ao realizar a secagem por atomização da polpa de cupuaçu com adição de maltodextrina obteve valores da intensidade de vermelho de 5,29 a 7,11, sendo mais elevados do que o do presente trabalho.É importante ressaltar que os valores da intensidade de vermelho (+a\*) da polpa manga Haden em pó do Tipo B foram inferiores ao do Tipo A para o mesmo experimento.Esse fato pode ser um indicativo devido a diferença de temperaturas nos locais de coleta das amostras.

Na Tabela 4.49 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a intensidade de vermelho da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.49** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para intensidade de vermelho (+a\*) da manga Haden do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	1,325714	0,004364	303,7593	0,000011
Concentração	-0,200000	0,011547	-17,3205	0,003317
Temperatura	1,740000	0,011547	150,6884	0,000044
Concentração x Temperatura	-0,690000	0,011547	-59,7558	0,000280

Na Figura 4.33 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre a intensidade de vermelho da manga Haden em pó do Tipo B. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou na intensidade de vermelho, com valor positivo, ou seja, apresentou efeito crescente na intensidade de vermelho, indicando que quanto maior a temperatura de secagem maior a intensidade de vermelho; a interação teve influência maior do que a concentração de maltodextrina e ambos apresentaram valores negativos, indicando que quanto mais elevada a concentração de maltodextrina e a interação menor a intensidade de vermelho.



**Figura 4.33** - Diagrama de Pareto da intensidade de vermelho (a\*) da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.23 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a intensidade de vermelho (+a\*) da

manga Haden em pó do Tipo B, com todos os fatores avaliados significativos a 95% de confiança (negrito).

$$a^* = 1,3257 - 0,2000 C + 1,7400 T - 0,6900 C.T \quad (4.23)$$

em que:

+a\* - intensidade de vermelho

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

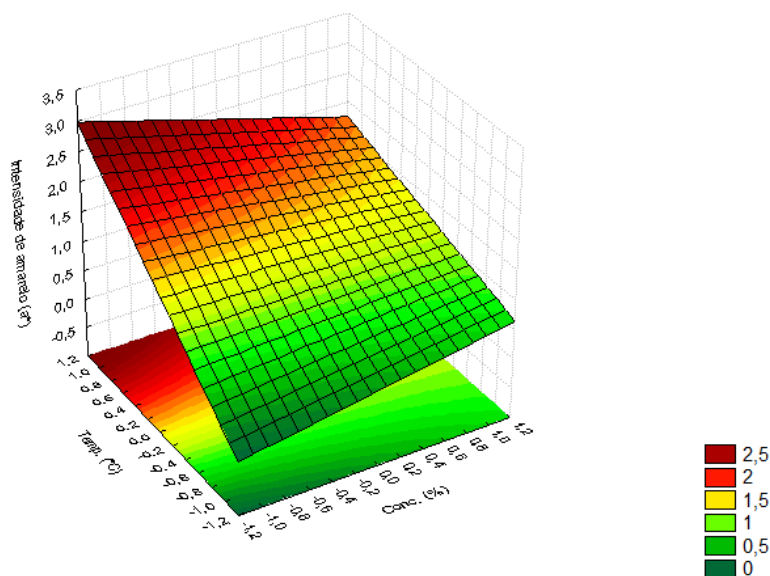
Na Tabela 4.50 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a intensidade de vermelho (+a\*) da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a intensidade de vermelho (+a\*) foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 26,03$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um excelente valor (99,59%) e a falta de ajuste foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.50** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de vermelho (a\*) da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
<b>Regressão</b>	3,5437	3	1,1812	241,5375	9,28
<b>Resíduo</b>	0,0147	3	0,0049		
<b>Falta de ajuste</b>	0,0144	1	0,0144	108,0357	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0003	2	0,0001		
<b>Total</b>	3,5584	6			

$R^2 = 99,59\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.34 tem-se a superfície de resposta para a intensidade de vermelho (+a\*) da polpa da manga Haden em pó do Tipo B em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Verifica-se que a maior intensidade de vermelho ocorreu na menor concentração de maltodextrina (30%) e maior temperatura de secagem (190 °C); e a menor intensidade de vermelho foi na menor concentração de maltodextrina (30%) e menor temperatura de secagem (150 °C).



**Figura 4.34** - Superfície de resposta para Intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.25 – Intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) do pó (Tipo A)

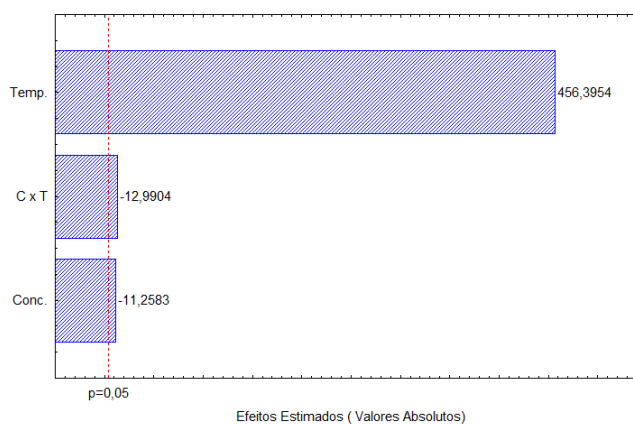
As médias obtidas da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) da polpa da manga Haden em pó do Tipo A dos diferentes experimentos do planejamento experimental fatorial encontram-se na Tabela A.1 (Apêndice A), com valores entre 34,17 a 36,88. Silva Filho (2011) encontrou, para a polpa de manga Haden cv. em pó desidratada pelo processo de secagem em camada de espuma, valores de  $+b^*$  entre 37,16 e 42,46, próximos ao do presente estudo.

Na Tabela 4.51 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.51** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para a intensidade de amarelo (b\*) do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>35,52429</b>	<b>0,002182</b>	<b>16279,27</b>	<b>0,000000</b>
<b>Concentração</b>	<b>-0,06500</b>	<b>0,005774</b>	<b>-11,26</b>	<b>0,007797</b>
<b>Temperatura</b>	<b>2,63500</b>	<b>0,005774</b>	<b>456,40</b>	<b>0,000005</b>
<b>Concentração x Temperatura</b>	<b>-0,07500</b>	<b>0,005774</b>	<b>-12,99</b>	<b>0,005874</b>

Na Figura 4.35 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre a intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou na intensidade de amarelo, com valor positivo, ou seja, apresentou efeito crescente na intensidade de amarelo, indicando que quanto maior a temperatura de secagem maior a intensidade de amarelo; a interação teve influência maior do que a concentração de maltodextrina e ambos apresentaram valores negativos, indicando que quanto mais elevada a concentração de maltodextrina e a interação menor a intensidade de amarelo.



**Figura 4.35** - Diagrama de Pareto da intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.24 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a intensidade de amarelo da manga Haden em pó do Tipo A, com todos os fatores avaliados significativos a 95% de confiança (negrito).



$$b^* = 35,5343 - 0,0325 C + 1,3175 T - 0,0375 C.T \quad (4.24)$$

em que:

+b\* - intensidade de amarelo

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

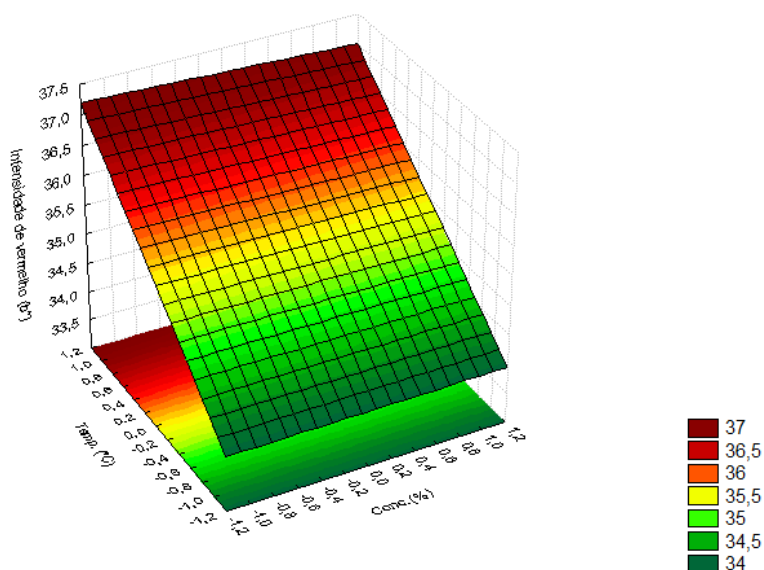
Na Tabela 4.52 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a intensidade de amarelo (+b\*) foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 78,90$  indicando ser altamente preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) teve um excelente valor (99,86%) e a falta de ajuste foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.52** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de amarelo (b\*) da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
<b>Regressão</b>	6,9531	3	2,3177	732,1779	9,28
<b>Resíduo</b>	0,0095	3	0,0032		
<b>Falta de ajuste</b>	0,0094	1	0,0094	282,8929	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0001	2	0,0000		
<b>Total</b>	6,9626	6			

$R^2 = 99,86\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha \leq 0,005}$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.36 tem-se a superfície de resposta para a intensidade de amarelo (+b\*) da polpa da manga Haden em pó do Tipo A, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Verifica-se que a maior intensidade de amarelo ocorreu na menor concentração de maltodextrina (30%) e maior temperatura de secagem (190 °C); e a menor intensidade de amarelo foi na menor concentração de maltodextrina (30%) e na menor temperatura de secagem (150 °C).



**Figura 4.36** - Superfície de resposta para Intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da manga Haden em pó do Tipo A, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.26 – Intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) do pó (Tipo B)

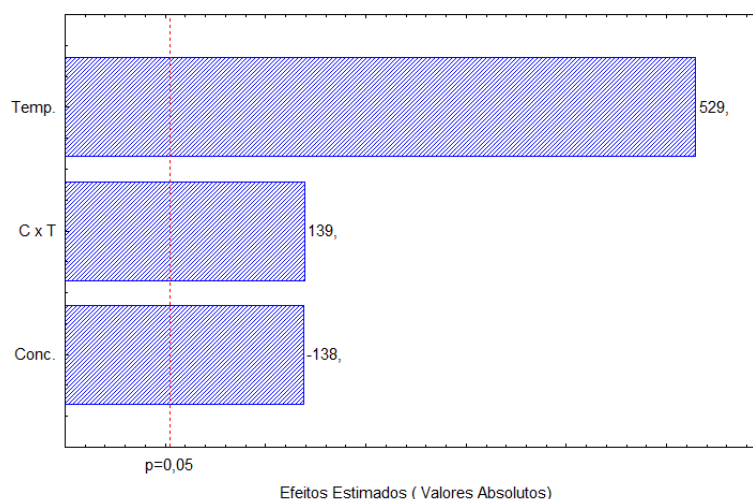
Avaliando-se a Tabela A.2 (Apêndice A) nota-se que as médias obtidas da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) para polpa de manga Haden em pó do Tipo B variaram entre 18,62 e 25,30, indicando que a cor amarela predominou nestes experimentos assim como ocorreu nas amostras do pó do Tipo A. Medeiros (2007) estudando a secagem em camada de espuma da polpa de mangaba, encontrou valores de intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) de 32,95 a 34,68. Constata-se que a intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) para a polpa da manga Haden em pó do Tipo B apresentou valores menores que as médias dos experimentos do Tipo A, esses resultados mostram que as amostras coletadas no ciclone são menos amarelas do que as coletadas na câmara diferenciando as determinações das amostras de acordo com o local de coleta do secador.

Na Tabela 4.53 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média, a concentração de maltodextrina, a temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.53** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
Média	23,63143	0,003780	6252,288	0,000000
Concentração	-1,38000	0,010000	-138,000	0,000053
Temperatura	5,29000	0,010000	529,000	0,000004
Concentração x Temperatura	1,39000	0,010000	139,000	0,000052

Na Figura 4.37 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que os fatores concentração de maltodextrina, temperatura de secagem e a interação tiveram efeito significativo a 95% de confiança sobre a intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo B. Observa-se que a temperatura de secagem foi o fator que mais influenciou na intensidade de amarelo, com valor positivo, ou seja, apresentou efeito crescente na intensidade de amarelo, indicando que quanto maior a temperatura de secagem maior a intensidade de amarelo; a interação teve influencia maior do que a concentração de maltodextrina; a concentração de maltodextrina apresentou valor negativo, indicando que quanto mais elevada a concentração de maltodextrina menor a intensidade de amarelo.



**Figura 4.37** - Diagrama de Pareto intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.25 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a intensidade de amarelo da manga Haden em pó do Tipo B, com todos os fatores avaliados significativos a 95% de confiança (negrito).

$$b^* = 23,6314 - 0,6900 C + 2,6450 T + 0,6950 C.T \quad (4.25)$$

em que:

+b\* - intensidade de amarelo

C – concentração de maltodextrina (%)

T – temperatura de secagem (°C)

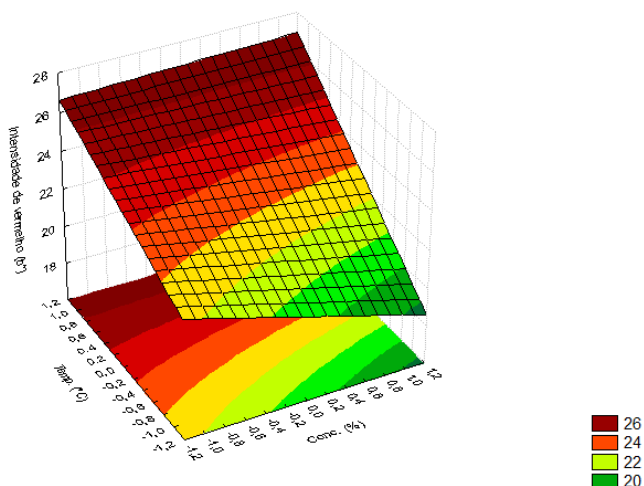
Na Tabela 4.54 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a intensidade de amarelo (+b\*) da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a intensidade de amarelo (+b\*) não foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi baixo (77,97%) e a falta de ajuste foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.54** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Intensidade de amarelo (b\*) da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{tabelado}}^*$
<b>Regressão</b>	31,8206	3	10,6069	3,5395	9,28
<b>Resíduo</b>	8,9901	3	2,9967		
<b>Falta de ajuste</b>	8,9899	1	8,9899	89898,8571	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0002	2	0,0001		
<b>Total</b>	40,8107	6			

$R^2 = 77,97\%$ ; \*Valores tabelados de  $F_{\alpha p} \leq 0,005$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

Na Figura 4.38 tem-se a superfície de resposta para a intensidade de amarelo (+b\*) da polpa da manga Haden em pó do Tipo B, em função da temperatura de secagem e concentração de maltodextrina. Verifica-se que o experimento para se obter um produto com elevada intensidade de amarelo será conseguido utilizando a temperatura de ar secagem mais elevada e a menor concentração de maltodextrina; já para se obter um produto com intensidade de amarelo menor observa-se que ocorre na concentração de maltodextrina 40% e menor temperatura de secagem (150 °C).



**Figura 4.38** - Superfície de resposta para intensidade de amarelo (+b\*) manga Haden em pó do Tipo B, em função da concentração de maltodextrina e temperatura de secagem

#### 4.3.27 – Insolubilidade do pó (Tipo A)

Avaliando-se a Tabela A.2 (Apêndice A) nota-se que as médias obtidas da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Tipo A variaram entre 4,45 a 8,16.

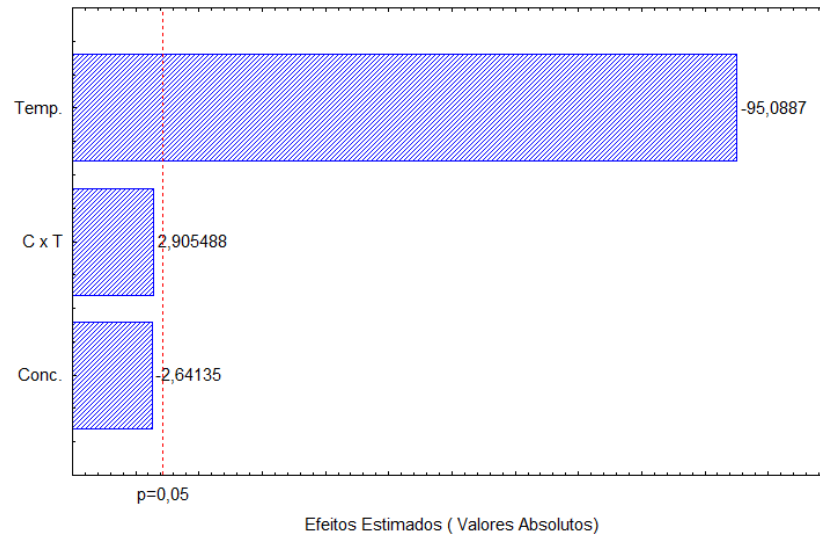
Na Tabela 4.55 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a insolubilidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança.

**Tabela 4.55** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Insolubilidade do pó Tipo A

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>5,91143</b>	<b>0,014310</b>	<b>413,1121</b>	<b>0,000006</b>
Concentração	-0,10000	0,037859	-2,6414	0,118409
<b>Temperatura</b>	<b>-3,60000</b>	<b>0,037859</b>	<b>-95,0887</b>	<b>0,000111</b>
Concentração x Temperatura	0,11000	0,037859	2,9055	0,100854

Na Figura 4.39 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança sobre a insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que a temperatura de

secagem apresentou valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente na insolubilidade, indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor a insolubilidade.



**Figura 4.39** - Diagrama de Pareto da Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.26 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A, com a temperatura com efeito significativo a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Insolubilidade} = \mathbf{5,9114} - \mathbf{1,8000T} \quad (4.26)$$

em que:

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.56 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi menor do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a insolubilidade foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 92,16% e a falta de ajuste foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  superior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.56** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
<b>Regressão</b>	12,9821	3	4,3274	11,7529	9,28
<b>Resíduo</b>	1,1046	3	0,3682		
<b>Falta de ajuste</b>	1,1017	1	1,1017	768,6412	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0029	2	0,0014		
<b>Total</b>	14,0867	6			

R<sup>2</sup>= 92,16%;\*Valores tabelados de F<sub>ap</sub>≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.28 – Insolubilidade do pó (Tipo B)

Avaliando-se a Tabela A.2 (Apêndice A) nota-se que as médias obtidas da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Tipo B variaram entre 12,55 a 18,02. Constata-se o pó do Tipo B mostrou-se bem mais insolúvel do que o pó do Tipo A.

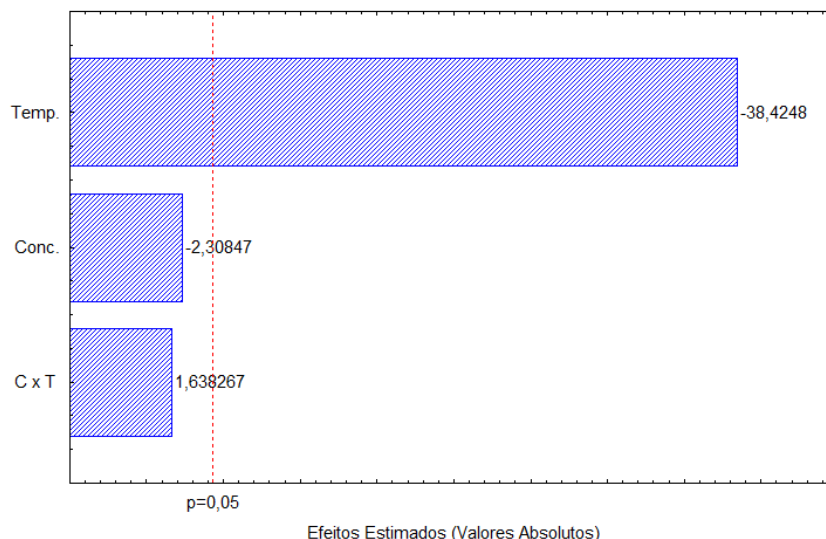
Na Tabela 4.57 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para a insolubilidade da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 4.57** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para insolubilidade da manga Haden do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>15,19571</b>	<b>0,050756</b>	<b>299,3864</b>	<b>0,000011</b>
Concentração	-0,31000	0,134288	-2,3085	0,147291
<b>Temperatura</b>	<b>-5,16000</b>	<b>0,134288</b>	<b>-38,4248</b>	<b>0,000677</b>
Concentração x Temperatura	0,22000	0,134288	1,6383	0,243028

Na Figura 4.40 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, indicando que o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança sobre a insolubilidade

da manga Haden em pó do Tipo B. Observa-se que a temperatura de secagem apresentou valor negativo, ou seja, apresentou efeito decrescente na insolubilidade sinalizando que quanto maior a temperatura de secagem menor a insolubilidade.



**Figura 4.40** - Diagrama de Pareto Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.27 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para a insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B, com a temperatura com efeito significativo a 95% de confiança (**negrito**).

$$\text{Insolubilidade} = 15,1957 - 2,5800 \mathbf{T} \quad (4.27)$$

em que:

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.58 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para a insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para a insolubilidade foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 71,98$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 99,85% e a falta de ajuste não foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .



**Tabela 4.58** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para Insolubilidade da manga Haden em pó do Tipo B.

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
<b>Regressão</b>	26,7701	3	8,9234	668,0595	9,28
<b>Resíduo</b>	0,0401	3	0,0134		
<b>Falta de ajuste</b>	0,0040	1	0,0040	0,2221	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0361	2	0,0180		
<b>Total</b>	26,8102	6			

R<sup>2</sup>= 99,85%;\*Valores tabelados de F<sub>p</sub>≤0,005. SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.29 – Proteínas do pó (Tipo A)

Avaliando a Tabela A.1 (Apêndice A) nota-se que as médias obtidas das proteínas da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, variaram entre 0,28 e 0,44. Oliveira et al. (2006) ao realizarem a secagem por aspersão da polpa de pitanga, encontraram para os pós, valores de proteínas de 2,17 e 2,18.

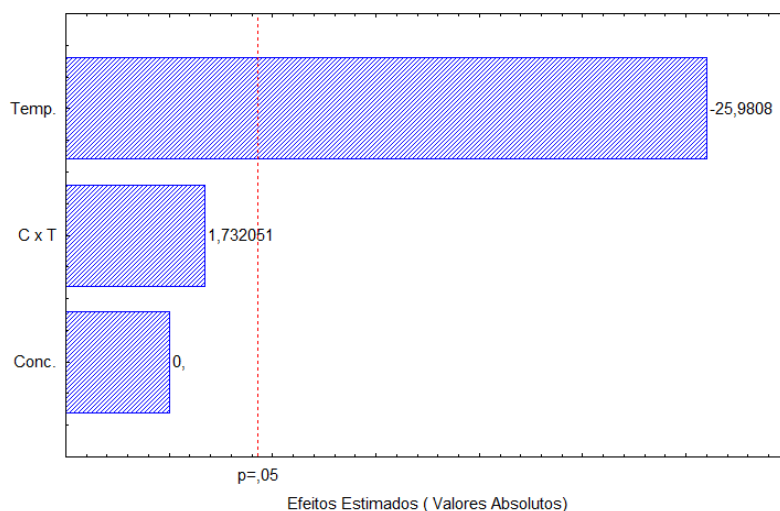
Na Tabela 4.59 são apresentados para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para as proteínas da polpa da manga Haden em pó do Tipo A. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança (p ≤ 0,05).

**Tabela 4.59** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para Proteínas do pó Tipo A.

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>0,365714</b>	<b>0,002182</b>	<b>167,5913</b>	<b>0,000036</b>
Concentração	0,000000	0,005774	0,0000	1,000000
<b>Temperatura</b>	<b>-0,150000</b>	<b>0,005774</b>	<b>-25,9808</b>	<b>0,001478</b>
Concentração x Temperatura	0,010000	0,005774	1,7321	0,225403

Na Figura 4.41 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, indicando que o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança sobre as proteínas da

manga Haden em pó do Tipo A. Observa-se que a temperatura de secagem apresentou valor negativo, ou seja apresentou efeito decrescente no teor de proteínas, indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor o teor de proteínas.



**Figura 4.41** - Diagrama de Pareto das proteínas da manga Haden em pó do Tipo A

Na Equação 4.28 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o teor de proteínas da manga Haden em pó do Tipo A, com temperatura com efeito significativo a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Proteínas} = \mathbf{0,3657} - \mathbf{0,0750 T} \quad (4.28)$$

em que:

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.60 encontra-se a análise de variância (ANOVA) para o teor de proteínas da manga Haden em pó do Tipo A, nota-se para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para o teor de proteínas foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} = 6,56$  indicando ser preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 98,38% e a falta de ajuste não foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.60** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para proteínas da manga Haden em pó do Tipo A

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado*</sub>
<b>Regressão</b>	0,0226	3	0,0075	60,8462	9,28
<b>Resíduo</b>	0,0004	3	0,0001		
<b>Falta de ajuste</b>	0,0003	1	0,0003	9,1429	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0001	2	0,0000		
<b>Total</b>	0,0230	6			

R<sup>2</sup>= 98,38%;\*Valores tabelados de F<sub>ap</sub>≤0,005.SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

#### 4.3.30 – Proteínas do pó (Tipo B)

Avaliando a Tabela A.2 (Apêndice A) nota-se que as médias obtidas das proteínas da polpa de manga Haden em pó do Tipo B variaram entre 0,14 a 0,32%.

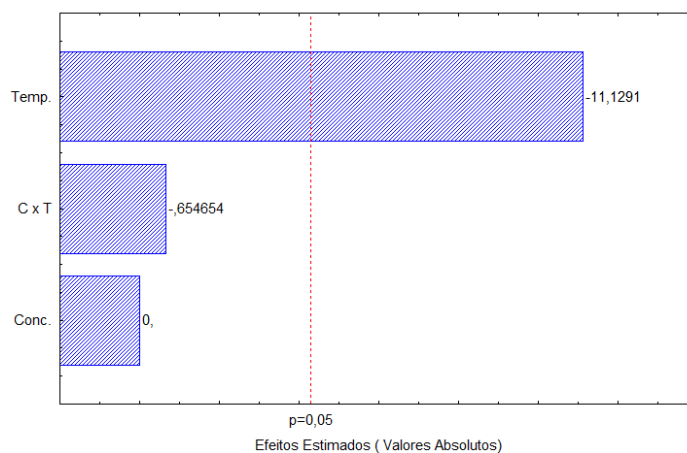
Na Tabela 4.61 são apresentados, para os fatores avaliados (concentração de maltodextrina e temperatura de secagem) os valores dos erros padrão, os coeficientes t e o grau de significância estatística (p) para as proteínas da polpa da manga Haden em pó do Tipo B. Verifica-se que a média e a temperatura de secagem tiveram efeito significativo a 95% de confiança (p ≤ 0,05). Os dados foram obtidos avaliando o erro puro.Com a interação e a concentração de maltodextrina não significativa a 95% de confiança.

**Tabela 4.61** - Efeito estimado, erro, coeficiente t e grau de significância estatística, para cada fator no modelo real para as proteínas da manga Haden do pó Tipo B

Fatores	Efeito Estimado	Erro Padrão	t(2)	Significância Estatística (p)
<b>Média</b>	<b>0,244286</b>	<b>0,005774</b>	<b>42,3115</b>	<b>0,000558</b>
Concentração	0,000000	0,015275	0,0000	1,000000
<b>Temperatura</b>	<b>-0,170000</b>	<b>0,015275</b>	<b>-11,1291</b>	<b>0,007977</b>
Concentração x Temperatura	-0,010000	0,015275	-0,6547	0,579916

Na Figura 4.45 tem-se ilustrado o diagrama de Pareto, que mostra que o fator temperatura de secagem teve efeito significativo a 95% de confiança sobre as proteínas da manga Haden em pó do Tipo B. Observa-se que a temperatura de secagem

apresentou valor negativo, ou seja efeito decrescente no teor de proteínas indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor o teor de proteínas.



**Figura 4.42** - Diagrama de Pareto das proteínas da manga Haden em pó do Tipo B

Na Equação 4.29 tem-se o modelo empírico de primeira ordem gerado através dos dados obtidos com o planejamento experimental para o teor de proteínas da manga Haden em pó do Tipo B, com a temperatura com efeito significativo a 95% de confiança (negrito).

$$\text{Proteínas} = \mathbf{0,2443} - \mathbf{0,0850 T} \quad (4.29)$$

em que:

T – temperatura de secagem (°C)

Na Tabela 4.62 se encontra a análise de variância (ANOVA) para o teor de proteínas da manga Haden em pó do Tipo B nota-se, para a regressão que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi maior do que  $F_{\text{tabelado}}$ , significando que o modelo de primeira ordem para o teor de proteínas foi estatisticamente significativo a 95% de confiança e a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}} < 4$  indicando ser não preditivo. Verifica-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 92,44% e a falta de ajuste não foi significativa tendo seu  $F_{\text{calculado}}$  inferior ao  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 4.62** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para proteínas da manga Haden em pó do Tipo B

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	Fcalculado	Ftabelado*
<b>Regressão</b>	0,0290	3	0,0097	12,2289	9,28
<b>Resíduo</b>	0,0024	3	0,0008		
<b>Falta de ajuste</b>	0,0019	1	0,0019	8,1633	18,51
<b>Erro puro</b>	0,0005	2	0,0002		
<b>Total</b>	0,0314	6			

R<sup>2</sup>= 92,44%;\*Valores tabelados de  $F_{\alpha p} \leq 0,005$ . SQ-soma quadrática, GL-grau de liberdade, MQ-média quadrática.

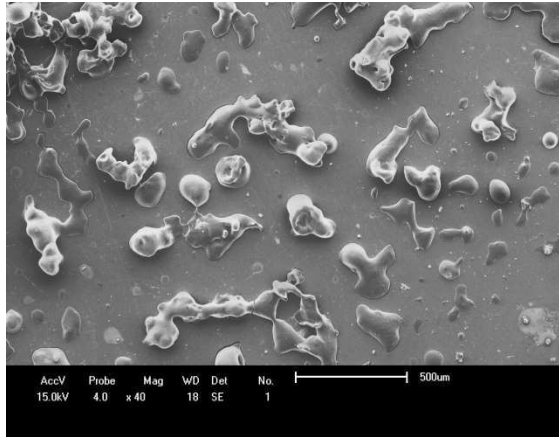
#### 4.4 - Morfologia

Analisaram-se as estruturas morfológicas das partículas por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) nas imagens exibidas na Figura 4.43, feitas com as amostras da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (temperatura de ar de secagem = 190°C; 40% de maltodextrina) coletada na câmara de secagem.

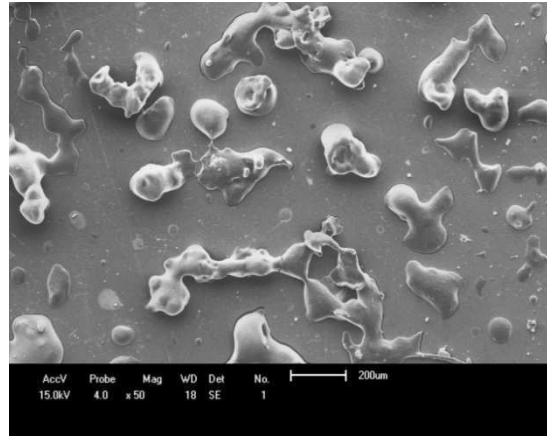
As imagens apresentadas pelo microscópio eletrônico de varredura na Figura 4.46 das partículas não apresentam formato esférico bem definido na maioria dos aumentos utilizados para analisar o pó da polpa de manga Haden, exceto no aumento de 1500 vezes, que observa-se nitidamente o formato esférico das partículas.

Considera-se o pó produzido na secagem por aspersão um produto bastante higroscópico, avalia-se que por esse motivo o pó analisado contém várias imperfeições. Comportamento semelhante foi encontrado por Lancha et al. (2012) ao analisarem os pós da jabuticaba e da pitanga obtidos por secagem por aspersão, que observaram que os pós formavam pontes de ligação entre as partículas, apresentando partículas lisas e arredondadas quando utilizadas temperaturas elevadas, destacando-se que quando utilizado temperaturas menores ocorreu a formação de partículas murchas. Os resultados encontrados por Martins (2013) mostram que os resultados das imagens obtidas pelo MEV do pó da secagem por otimização da polpa de cupuaçu in natura e comercial mostram resultados semelhantes aos resultados do pó da polpa da manga Haden do Experimento 4, apresentando partículas diferentes que formam aglomerados com aspectos porosos, segundo o autor esse resultado pode ser explicado pelo uso da maltodextrina que causa diferenças nas estruturas moleculares dos produtos e alterações nas propriedades físicas.

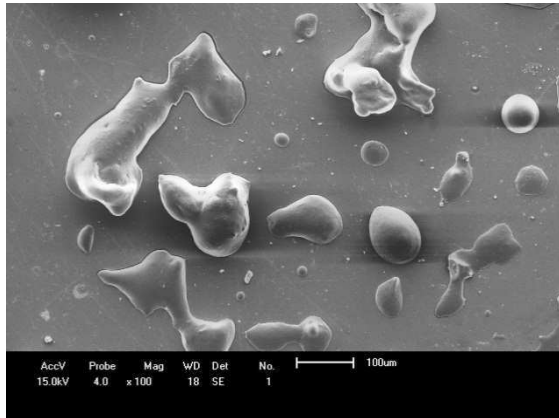
A morfologia das partículas analisadas por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para polpa em pó da manga Haden dos demais Experimentos do planejamento obtidos na secagem por aspersão encontram-se nas Figuras B.1, B.2, B.3 e B.4 (Apêndice B).



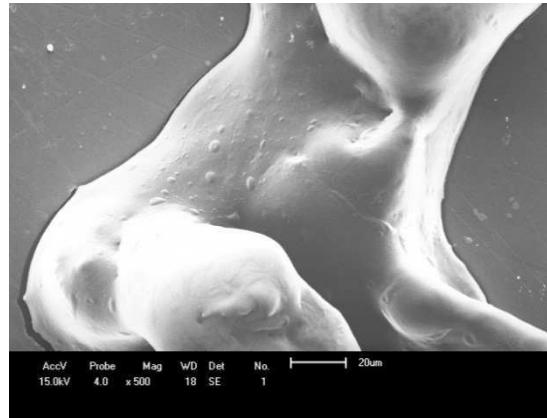
1 - Aumento de 40 vezes



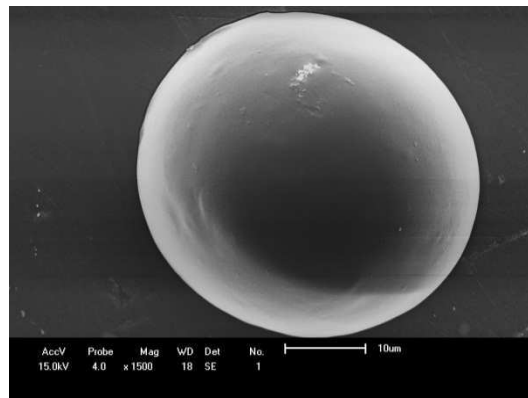
2 - Aumento de 50 vezes



3 - Aumento de 100 vezes



4 - Aumento de 500 vezes



5 - Aumento de 1500 vezes

**Figura 4.43** – Imagens fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden, obtidas na câmara de secagem para o Experimento 4

## **4.5 - Armazenamento da polpa de manga Haden em pó**

As amostras identificadas após as secagens como as melhores polpas de manga Haden em pó, formuladas com 40% de maltodextrina e desidratadas a 150 e 190°C, foram estudadas durante o armazenamento por 60 dias, embaladas em embalagens flexíveis laminadas, em ambiente com umidade relativa controlada de 55%, em temperaturas de 30 e 40° C. As análises realizadas durante os armazenamentos das melhores amostras do pó o tipo , foram, teor de água, atividade de água, pH, acidez total titulável, ácido ascórbico, insolubilidade, açúcar redutor, luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (+a\*) e intensidade de amarelo (+b\*).

### **4.5.1 – Teor de água**

Nas Tabelas C.1 e C.2 (Apêndice C) tem-se a análise de variância do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Tipo A) e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.63 e 4.64 encontram-se os valores médios do teor de água(%) da polpa de manga Haden em pó do Tipo A, obtida com adição de 40% de maltodextrina e secagem a 150 °C e da polpa em pó com 40% de maltodextrina e secagem a 190 °C, armazenadas por 60 dias nas temperaturas de 30 e 40 °C, em ambiente com umidade relativa média de 55%.

Todas as amostras apresentaram aumentos estatísticos no teor de água com o decorrer do armazenamento, terminando ao final de 60 dias com teores semelhantes. A temperatura de armazenamento não demonstrou influenciar o teor de água, com valores estatisticamente semelhantes a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Arlindo et al. (2007) em estudo com pimentão em pó armazenado em embalagens de polietileno de baixa densidade em temperatura ambiente, reportaram aumento no teor de água das amostras ao longo de 100 dias de armazenamento. Comportamento semelhante foi relatado por Lisboa et al. (2012) ao armazenarem o pó do figo-da-índia em diferentes temperaturas e umidades relativas, onde verificaram o aumento do teor de água durante o armazenamento. Pilon et al. (2006) também observaram comportamento semelhante para o teor de água de

pimentões e cenouras minimamente processados durante o armazenamento cujos teores de água foram aumentando estatisticamente ao longo dos tempos avaliados.

**Tabela 4.63** – Valores médios do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Teor de água (%)	
	30 °C	40 °C
0	3,57 fA	3,57 eA
10	4,20 eB	4,41 dA
20	4,57 dB	5,43 cA
30	5,42 cB	5,61 cA
40	6,55 bA	6,57 bA
50	6,73 bA	6,79 bA
60	7,57 aB	7,75 aA

MG = 5,62%; CV = 3,19%; DMS para colunas = 0,25; DMS para linhas = 0,17; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.64** – Valores médios do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Teor de água (%)	
	30 °C	40 °C
0	2,54 fA	2,54 fA
10	3,42 eA	3,58 eA
20	4,63 dA	4,67 dA
30	5,62 cA	5,53 cA
40	6,46 bA	6,56 bA
50	6,70 bA	6,75 bA
60	7,47 aA	7,52 aA

MG = 5,29%; CV = 3,91%; DMS para colunas = 0,29; DMS para linhas = 0,19 MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



#### 4.5.2 – Atividade de água

Nas Tabelas C.3 e C.4 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Tipo A) e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.65 e 4.66 são apresentados os valores médios de atividade de água das polpas em pó, secadas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas durante 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Da mesma forma como ocorrido com o teor de água, a atividade de água de todas as amostras aumentou progressivamente com o tempo de armazenamento, não se detectando diferenças entre os pós expostos às temperaturas de 30 e 40 °C. Costa et al. (2013) estudando a atividade de água no armazenamento do maracujá em pó armazenado em temperatura de 25 °C durante 360 dias observaram aumento na atividade de água no decorrer do armazenamento. Também Ferreira Neto et al. (2005), estudando o armazenamento de farinhas de mandioca nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C durante 180 dias, constataram que as atividades de água das amostras elevaram-se significativamente ao longo do tempo nas três temperaturas estudadas.

Os valores de atividade de água ao final do armazenamento mantiveram-se em níveis microbiológicos seguros, uma vez que toda a atividade microbiana é inibida abaixo da  $a_w = 0,6$ , conforme Fellows (2006).

**Tabela 4.65** – Valores médios de atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Atividade de água	
	30 °C	40 °C
0	0,349 dA	0,349 cA
10	0,358 cdA	0,354 bcA
20	0,370 bcA	0,352 bcB
30	0,371 abcA	0,356 bcB
40	0,374 abA	0,366 bA
50	0,375 abB	0,386 aA
60	0,385 aA	0,391 aA

MG=0,367; CV = 2,62%; DMS para colunas = 0,014; DMS para linhas = 0,009; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.66** – Valores médios da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Atividade de água	
	30 °C	40 °C
0	0,346 dA	0,346 eA
10	0,354 cdA	0,358 deA
20	0,362 cA	0,369 cdA
30	0,367 bcA	0,362 dA
40	0,377 abA	0,377 bcA
50	0,379 abA	0,386 abA
60	0,384 aA	0,393 aA

MG = 0,369; CV = 2,89%; DMS para colunas = 0,015; DMS para linhas = 0,010; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.3 – pH

Nas Tabelas 4.67 e 4.68 tem-se os valores médios de pH das polpas em pó, secas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

O armazenamento a 20 e a 30 °C provocou aumentos de pH tanto nas amostras obtidas a 150 como a 190 °C. Os aumentos também foram ligeiramente maiores nas amostras armazenadas a 40 °C, resultando em 6,9% contra 6,2% nas amostras obtidas a 150° C e 5,6% contra 5,1% nas amostras obtidas a 190° C.

Comportamento semelhante foi observado por Araújo et al. (2009) ao estudarem o armazenamento a vácuo e sem vácuo da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada durante 12 dias, armazenada em embalagens multicamada lacradas em seladora, onde observaram aumento significativo do pH nos tempos de 3 a 9 dias. Silva et al. (2010) também relataram efeitos idênticos, ao comportamento no armazenamento do pó da manga

Haden, ao avaliarem a vida útil do tomate seco durante o armazenamento, analisando os tempos 0 a 45 dias em temperatura ambiente em torno de 27 °C.

**Tabela 4.67** – Valores médios de pH da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	pH	
	30 °C	40 °C
0	4,33	4,33
10	4,36	4,44
20	4,45	4,48
30	4,50	4,52
40	4,55	4,59
50	4,60	4,62
60	4,60	4,63

**Tabela 4.68** – Valores médios do pH da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%.

Tempo de armazenamento (dia)	pH	
	30 °C	40 °C
0	4,45	4,45
10	4,48	4,56
20	4,56	4,57
30	4,59	4,60
40	4,62	4,65
50	4,67	4,68
60	4,68	4,70

#### 4.5.4 – Acidez total titulável

Nas Tabelas C.5 e C.6 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Tipo A) e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.69 e 4.70 tem-se os valores médios de acidez total titulável das polpas em pó, secas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Seguindo a tendência de que a acidez titulável acompanha de forma inversa o comportamento do pH, as amostras secas a 190 °C tiveram a acidez reduzida até cerca de metade ao longo dos 60 dias de armazenamento e as obtidas a 150 °C a menos de 50%, chegando a 62% na amostra armazenada a 30 °C.

Resultados semelhantes foram encontrados por Loureiro et al. (2013) ao estudarem o armazenamento pó do buriti, desidratado em estufa com circulação de ar pelo método da camada de espuma nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com as amostras armazenadas em embalagens laminada e polietileno de baixa densidade, sob umidade relativa de 78% e temperatura média de 26 °C, onde os valores médios da acidez total titulável das amostras durante o armazenamento por 90 dias apresentaram tendência de diminuição com o tempo.

Oliveira et al. (2006) notaram ao avaliarem o pó de pitanga obtido pelo método de secagem por aspersão, embalado em embalagens laminadas e de polietileno, armazenado por 120 dias, diminuição da acidez total titulável.

**Tabela 4.69** – Valores médios de acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Acidez total titulável (% ácido cítrico)	
	30 °C	40 °C
0	0,94 aA	0,94 aA
10	0,91 abA	0,94 aA
20	0,86 bA	0,87 bA
30	0,75 cA	0,56 cB
40	0,59 dA	0,43 dB
50	0,52 eA	0,47 dB
60	0,36 fA	0,41 dA

MG=0,6829%; CV = 7,30%; DMS para colunas = 0,0705; DMS para linhas = 0,0466; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.70** – Valores médios da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Acidez total titulável (% ácido cítrico)	
	30 °C	40 °C
0	0,77 aA	0,77 aA
10	0,72 abA	0,75 abA
20	0,66 bcA	0,69 bA
30	0,63 cA	0,57 cB
40	0,54 dA	0,53 cdA
50	0,48 dA	0,48 dA
60	0,39 eA	0,48 dA

MG=0,6063%; CV = 7,95%; DMS para colunas = 0,0682; DMS para linhas = 0,0450; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.5 – Ácido ascórbico

Nas Tabelas C.7 e C.8 (Apêndice C) tem-se a análise de variância do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 e do Experimento 4 em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.71 e 4.72 são apresentados os valores médios de ácido ascórbico das polpas em pó, secas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

O teor de ácido ascórbico diminuiu ao longo do armazenamento em percentuais que variaram entre 42% e 60%, mas não demonstrou relação com a temperatura de secagem das amostras nem com a temperatura de armazenamento.

Arlindo et al. (2007) ao armazenarem pimentões em pó em embalagem de polietileno durante 100 dias, verificaram que o teor de ácido ascórbico do pimentão tendeu a diminuir com o tempo, apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de armazenamento. Galdino et al. (2003) ao analisarem a estabilidade do pó de umbu durante 60 dias de armazenamento, relataram que o teor de ácido ascórbico em amostras embaladas em embalagem laminada permaneceu estatisticamente inalterado nos primeiros 20 dias, mas após esse tempo ocorreu uma diminuição significativa, que se estendeu até o final do armazenamento (60 dias).

**Tabela 4.71** – Valores médios de ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Ácido ascórbico (mg/100 g)	
	30 °C	40 °C
0	18,41 aA	18,41 aA
10	12,20 bB	14,36 bA
20	12,20 bB	14,36 bA
30	11,30 bB	14,36 bA
40	9,51 cB	14,02 bA
50	9,20 cB	12,76 cA
60	7,40 dB	10,59 dA

MG = 12,79%; CV = 6,36%; DMS para colunas = 1,15; DMS para linhas = 0,76; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.72** – Valores médios do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Ácido ascórbico(mg/100 g)	
	30 °C	40 °C
0	34,38 aA	34,38 aA
10	24,49 bA	24,29 bA
20	24,49 bA	24,29 bA
30	22,32 cB	24,08 bA
40	22,10 cA	20,38 cB
50	19,58 dA	17,31 dB
60	17,87 eA	13,60 eB

MG = 23,11%; CV = 5,24%; DMS para colunas = 1,71; DMS para linhas = 1,13; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.6 – Insolubilidade

Nas Tabelas C.9 e C.10 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Tipo A) e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de

armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo portanto efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.73 e 4.74 são apresentados os valores médios de insolubilidade das polpas em pó, secadas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Os resultados demonstram aumento expressivo na insolubilidade com o tempo de armazenamento, chegando a aumentar o valor inicial da amostra seca a 150 °C armazenada a 40 °C em mais de 300%, e nas demais em pelo menos 250% entre o valor no tempo zero e aos 60 dias de armazenamento. Na amostra 150 °C a insolubilidade foi estatisticamente superior na amostra armazenada a 40 °C, enquanto que na amostra 190 °C o efeito da temperatura de armazenagem não diferiu estatisticamente.

Endo et al. (2007) ao estudarem a vida de prateleira do maracujá em pó armazenado em embalagens de polipropileno, sob umidade relativa de 84% e mantidos na temperatura de 30 °C encontraram valores de solubilidade de 94,44 (5,56% insolubilidade) a 97,99 (2,01% insolubilidade) e para na temperatura de 40 °C de 94,44 (5,56% insolubilidade) a 98,21 (1,79% insolubilidade), indicando que a insolubilidade do pó de maracujá diminuiu com o tempo, ao contrário dos pó de manga Haden que aumentou. Costa et al. (2013) ao analisarem a estabilidade do pó de maracujá, na temperatura de 25 °C, desidratado por secagem por aspersão nas temperaturas de 190-195 °C, relataram para a insolubilidade do pó tendência semelhante à do pó de manga Haden, visto que os valores médios demonstraram aumento da insolubilidade no decorrer do armazenamento variando de 18,40% (solubilidade de 81,60%) a 24,21% (solubilidade de 75,79%).

**Tabela 4.73** – Valores médios de insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Insolubilidade (%)	
	30 °C	40 °C
0	9,76 fA	9,76 fA
10	10,77 fB	15,83 eA
20	15,26 eB	19,64 dA
30	19,74 dB	25,38 cA
40	21,75 cB	28,74 bA
50	24,93 bB	30,28 bA
60	26,71 aB	33,19 aA

MG=20,84%; CV = 5,68%; DMS para colunas = 1,67; DMS para linhas = 1,11; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.74** – Valores médios da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Insolubilidade (%)	
	30 °C	40 °C
0	13,09 fA	13,09 fA
10	16,44 eB	18,76 eA
20	21,32 dB	24,98 dA
30	29,27 cA	29,31 cA
40	31,61 bA	31,26 bA
50	32,31 bA	33,35 aA
60	34,69 aA	34,12 aA

MG=25,97%; CV = 3,85%; DMS para colunas = 1,41; DMS para linhas = 0,93; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.7 – Açúcares redutores

Nas Tabelas C.11 e C.12 tem-se a análise de variância do teor de açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 e do Experimento 4 em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.75 e 4.76 são apresentados os valores médios de açúcares redutores das polpas em pó secas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Observam-se reduções no teor de açúcares redutores ao longo do armazenamento em todas as amostras, com reduções variando entre 20 e 27% do início ao fim do período de armazenamento. As amostras secadas a 150 °C e armazenadas a 30 °C apresentaram valores menores de açúcares redutores ao final do armazenamento do que as amostras a 40 °C, mas se verifica comportamento oposto nas amostras secadas a 190 °C, permitindo concluir que a temperatura de armazenamento não afetou as reduções.



Lisbôa et al. (2012) estudando o armazenamento de figo-da-índia em pó nas temperaturas de 25 e 40 °C e umidade relativa de 55%, verificaram que os açúcares redutores apresentaram tendência de redução com o tempo de armazenamento. Galdino et al. (2003) observaram comportamento semelhante nos açúcares redutores de umbu em pó durante o armazenamento em embalagens laminadas e em embalagens de polietileno, cujos valores decresceram com o tempo.

**Tabela 4.75** – Valores médios dos açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Açúcares redutores (% glicose)	
	30 °C	40 °C
0	20,72 aA	20,72 aA
10	20,63 aA	17,33 cA
20	18,97 bA	17,60 bA
30	18,45 cA	17,36 cA
40	15,37 dB	16,95 dA
50	15,13 eB	16,54 eA
60	15,11 eB	15,80 fA

MG=17,62%; CV = 0,80%; DMS para colunas = 0,20; DMS para linhas = 0,13; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.76** – Valores médios dos açúcares redutores da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Açúcares redutores (% glicose)	
	30 °C	40 °C
0	19,55 aA	19,55 aA
10	19,57 aA	18,20 bB
20	19,67 aA	17,44 cB
30	17,04 bA	16,80 dB
40	16,24 cA	15,29 eB
50	15,96 cA	15,19 eB
60	15,48 dA	14,67 fB

MG=17,19%; CV = 1,20%; DMS para colunas = 0,29; DMS para linhas = 0,19; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.8 – Luminosidade (L\*)

Nas Tabelas C.13 e C.14 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da Luminosidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Tipo A) e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.77 e 4.78 são apresentados os valores médios de luminosidade das polpas em pó secadas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Observam-se reduções na luminosidade das amostras ao longo do armazenamento, demonstrando tendência ao escurecimento nas condições de secagem e armazenamento estudadas. Não se evidencia efeito da temperatura de armazenagem sobre a diminuição de luminosidade.

Segundo Finot (2005) reações de Maillard durante o aquecimento provocam o escurecimento das amostras pela formação final de substâncias marrons chamadas de melanoidinas. Moura et al. (2013) estudando o armazenamento de umbu em temperatura ambiente e atmosfera modificada, em temperatura média de 23 °C e umidade relativa de 83% durante 6 dias, também observaram escurecimento das amostras durante o armazenamento. Silva et al. (2010) avaliaram os produtos obtidos pela desidratação osmótica associada a secagem convectiva de banana durante 45 dias de armazenamento, em temperatura de 27 °C, relatando diminuição da luminosidade com o tempo em todas as amostras.

**Tabela 4.77** – Valores médios de luminosidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Luminosidade (L*)	
	30 °C	40 °C
0	75,78 aA	75,78 aA
10	74,83 bB	75,69 aA
20	72,91 cA	72,81 bA
30	72,63 cA	71,07 cB
40	72,60 cA	70,39 cdB
50	71,22 dA	69,76 deB
60	66,83 eB	69,49 eA

MG=72,27; CV = 0,73%; DMS para colunas = 0,75; DMS para linhas = 0,49; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.78** – Valores médios de luminosidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Luminosidade (L*)	
	30 °C	40 °C
0	63,58 aA	63,58 aA
10	63,36 abA	62,72 abA
20	62,23 bcA	62,05 bcA
30	62,43 abcA	61,25 cB
40	61,90 cA	60,99 cB
50	60,21 dA	59,43 dA
60	59,17 dA	58,84 dA

MG=61,55; CV = 1,44%; DMS para colunas = 1,26; DMS para linhas = 0,83 MG: Média geral;

CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.9 – Intensidade de vermelho (+a\*)

Nas Tabelas C.15 e C.16 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da Intensidade de Vermelho da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 e do Experimento 4 (Tipo A) em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a

1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.79 e 4.80 são apresentados os valores médios de intensidade de vermelho das polpas em pó das secagens nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Observam-se reduções na intensidade de vermelho em todas as amostras, mas estatisticamente são variações pouco expressivas, o que se constata pela igualdade estatística entre os valores nos tempos 10 e 60 dias das amostras da secagem de 150 e 190 °C armazenadas a 30 e 40 °C, ao mesmo tempo em que não verifica influência de temperaturas de secagem ou de armazenamento sobre essa propriedade.

Endo et al. (2007) ao avaliarem a vida de prateleira do maracujá em pó armazenado em embalagens de polipropileno, em ambiente com umidade relativa de 84% e temperatura de 40 °C observaram redução na intensidade de vermelho. Figueirêdo et al. (2005) ao armazenarem a polpa de acerola em pó produzida pela secagem por aspersão, com 15% de maltodextrina e 5% de goma arábica, durante 30 dias de armazenamento, nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C constataram que a intensidade de vermelho decresceu durante o período estudado.

**Tabela 4.79** – Valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de vermelho (+a*)	
	30 °C	40 °C
0	4,17 aA	4,17 aA
10	3,56 cdB	4,07 abA
20	3,46 dB	3,83 bcdA
30	3,75 bcdA	3,60 cdA
40	3,81 bcA	3,88 abcA
50	3,90 abA	3,81 bcdA
60	3,78 bcA	3,56 dB

MG=3,81; CV = 5,66%; DMS para colunas = 0,31; DMS para linhas = 0,20; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.80** – Valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (Temperatura de secagem de 190 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de vermelho (+a*)	
	30 °C	40 °C
0	8,65 abA	8,65 aA
10	8,81 aA	8,37 abB
20	8,05 cA	8,31 abA
30	7,99 cB	8,31 abA
40	8,16 cB	8,65 aA
50	8,30 bcA	8,06 bA
60	7,95 cA	7,98 bA

MG = 8,30; CV = 3,40%; DMS para colunas = 0,40; DMS para linhas = 0,26; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5.10 – Intensidade de amarelo (+b\*)

Nas Tabelas C.17 e C.18 (Apêndice C) tem-se a análise de variância da Intensidade de Amarelo da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 e do Experimento 4 em função do tempo e da temperatura de armazenamento. Nota-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para os fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, não havendo efeito significativo para a interação entre os dois fatores.

Nas Tabelas 4.81 e 4.82 são apresentados os valores médios de intensidade de amarelo das polpas em pó secas nas temperaturas de 150 °C e 190 °C, respectivamente, armazenadas por 60 dias a 30 e 40 °C, em umidade relativa média de 55%.

Das quatro amostras estudadas apenas a amostra 150 °C armazenada a 40 °C não apresentou redução estatisticamente significativa na intensidade de amarelo entre o início do armazenamento e o final aos 60 dias. As demais demonstram redução significativa entre tais tempos, mas com grandes oscilações, de forma que na amostra a 150 °C armazenada a 30 °C os valores são estatisticamente iguais nos tempos zero e 50 dias, assim como nas amostras 190 °C, em que os valores aos 20 e 60 dias também são estatisticamente semelhantes.

Ramos et al. (2008) em estudo com diferentes tipos de embalagens, dentre elas as embalagens laminadas, verificaram que durante o armazenamento, a 27 °C, do abacaxi desidratado os valores da intensidade de amarelo diminuíram durante os 75 dias. Silva et

al. (2005) ao armazenarem o umbu-cajá em pó verificaram que não ocorreram diferenças estatísticas na intensidade de amarelo entre os tempos avaliados.

**Tabela 4.81** – Valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (Temperatura de secagem de 150 °C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de amarelo (+b*)	
	30 °C	40 °C
0	28,54 bcA	28,54 abA
10	28,78 bA	28,97 aA
20	30,85 aA	27,72 bcB
30	27,47 cdB	28,33 abA
40	29,63 bA	27,12 cB
50	29,02 bA	26,70 cB
60	26,78 dB	28,33 abA

MG=28,34; CV = 2,87%; DMS para colunas = 1,15; DMS para linhas = 0,76; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.82** – Valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) da polpa de manga Haden em pó do experimento 4 (Temperatura de secagem de 190°C com adição de 40% de maltodextrina) durante o armazenamento a 30 e 40 °C e umidade relativa média de 55%

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de amarelo (+b*)	
	30°C	40°C
0	30,25 abA	30,25 aA
10	30,85 aA	29,97 abB
20	29,06 cdB	29,82 abcA
30	29,89 bcA	29,78 abcA
40	30,57 abA	29,26 bcB
50	29,27 cdA	28,96 cA
60	28,69 dA	29,05 cA

MG=29,69; CV = 2,16%; DMS para colunas = 0,9087; DMS para linhas = 0,5998; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.6 - Isotermas de adsorção de água

Na Tabela 4.83 tem-se os valores experimentais dos teores de água de equilíbrio das amostras em pó secadas a 190 °C, com 40% de maltodextrina (DE 14) (Experimento

4), obtidas da câmara de secagem e temperatura de ar de secagem de 190 °C, em função da atividade de água ( $a_w$ ) determinados a 20, 30 e 40 °C. Observam-se aumentos nos teores de água de equilíbrio com o aumento da atividade de água denotando a higroscopicidade das amostras.

**Tabela 4.83** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio ( $X_e$ ) da polpa em pó da manga Haden, em função da atividade de água ( $a_w$ )

20° C		30° C		40° C	
$a_w$	$X_e$	$a_w$	$X_e$	$a_w$	$X_e$
0,222	3,77	0,209	3,27	0,155	3,20
0,522	6,89	0,459	6,34	0,466	6,91
0,565	8,22	0,558	9,35	0,569	10,06
0,597	9,87	0,591	10,84	0,624	12,09
0,616	10,39	0,621	12,21	0,637	12,96
0,629	11,01	0,636	12,88	0,646	13,42
0,638	11,63	0,648	13,70	0,656	14,03
0,648	13,08	0,658	14,26	0,665	14,58
0,659	13,90	0,674	15,44	0,672	14,84
0,720	16,54	0,717	17,63	0,762	20,07
0,750	19,69	0,760	20,65	0,801	23,93
0,777	21,86	0,792	23,36	0,825	26,63
0,807	23,51	0,811	25,50	0,872	28,15
0,909	43,10	0,923	50,38	0,941	65,12
0,925	49,15	0,938	56,52	0,951	71,21

Tem-se na Tabela 4.84 os parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin ajustados as isotermas de adsorção de água, a 20, 30 e 40 °C, das amostras secas a 190 °C, com 40% de maltodextrina (Experimento 4), obtidas da câmara de secagem e temperatura de ar de secagem de 190 °C. Verifica-se que os três modelos representam satisfatoriamente as isotermas de adsorção das amostras em pó, como coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,99 e desvios percentuais médios (P) abaixo de 10%, limite este abaixo do qual, segundo Lomauro et al. (1985), o ajuste é considerado excelente. Dentre os três modelos, o de GAB resultou em parâmetros  $R^2$  e P ligeiramente melhores que os demais, resultado semelhante foi encontrado por Paglarini et al. (2013) ao estudarem isotermas de polpa em

pó da manga da variedade manteiga e Catelam et al. (2011) em ajuste de isotermas de adsorção de polpa em pó de maracujá nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C.

O parâmetro  $X_m$  do modelo de GAB representa a umidade na monocamada do material adsorvente determinando qual o teor de água excelente para que haja uma armazenagem segura com alta estabilidade do produto (MISHIRA et al., 1996). Os valores de  $X_m$  diminuiram com o aumento da temperatura, com valores abaixo de 9% b.s., indicando que o pó de manga estudado é pouco sujeito a alterações. Ferreira e Pena (2003) afirmaram que a umidade na monocamada diminui com o aumento da temperatura, causando alterações nos sítios de superfície do produto com as moléculas de água. Valores de  $X_m$  próximos aos obtidos neste trabalho, foram determinados por Bezerra et al. (2011), que encontraram valores de  $X_m = 10,59\%$  b.s. para o pó de manga da variedade Rosa e  $X_m = 10,24\%$  b.s. para o pó de manga da variedade de Tommy Atkins; Moreira et al. (2013) ao analisarem as isotermas de adsorção da polpa em pó da manga liofilizada determinaram valores de  $X_m$  de 11 a 13,6% em temperaturas de 25, 30 e 35 °C. Oliveira et al. (2011) na avaliação de isotermas do pó de sapoti liofilizado encontraram  $X_m$  igual a 8,345%.

Resultados encontrados para os valores do parâmetro C do modelo de GAB, parâmetro que indica o calor total de sorção da monocamada, demonstram aumento com a elevação da temperatura. Alcântara et al. (2009), em estudo de isotermas do pedúnculo seco do caju nas temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C, também observaram aumentos de C com a elevação da temperatura.

O parâmetro K do modelo de GAB, que indica o fator de correção das características das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido, mostram-se próximos a 1, tiveram os valores aumentados com o aumento da temperatura. Ferreira e Pena (2003), ao estudarem isotermas de adsorção da farinha de pupunha nas temperaturas de 15 e 35 °C encontraram valores de K de 0,98 e 0,94, respectivamente. Moreira et al. (2013) encontraram valores de 0,96 e 0,95 para o pó da manga liofilizada nas temperaturas de 25 a 35 °C. Catelam et al. (2011) estudaram as isotermas da polpa em pó de maracujá adicionada de maltodextrina, obtida em secagem por atomização, constatando aumento nos valores de k com o aumento da temperatura.

Observa-se que os parâmetros C e K, apresentam-se nas temperaturas 20 e 30 °C com valores de  $K < 1$  e  $C < 2$ , mostrando-se nessas condições isotermas do Tipo III, de acordo com Blahovec (2004). Na temperatura de 40 °C o comportamento se alterou, com os valores de  $K < 1$  e  $C > 2$ , representando isotermas do tipo II de acordo com Blahovec (2004). Resultados semelhantes foram encontrados por Alexandre et al. (2007) ao



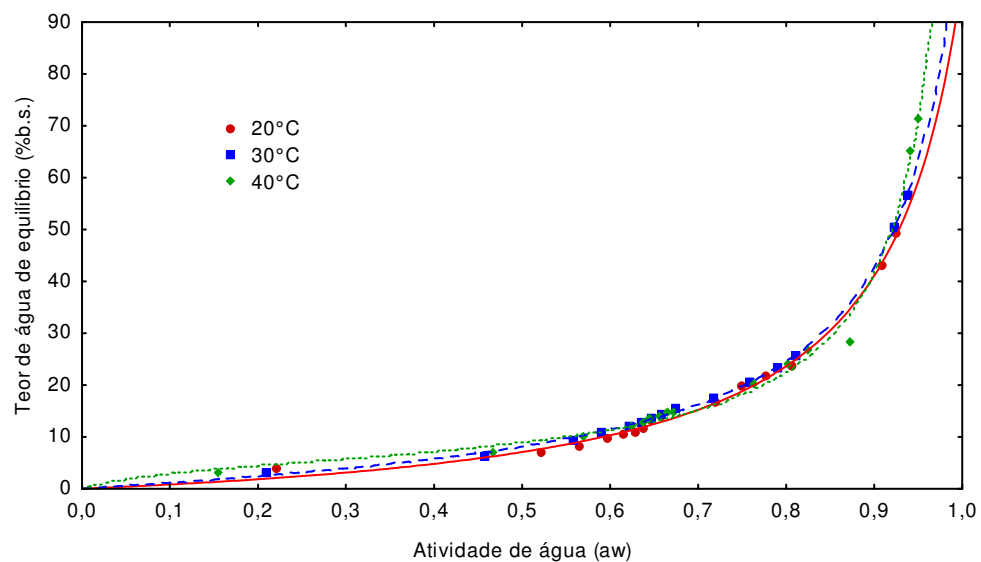
estudarem as isotermas de adsorção da pitanga em pó. Feitosa et al. (2013), ao analisarem as isotermas de adsorção de água de fatias de goiabas desidratadas, encontraram isotermas de dois tipos, classificando as isotermas na temperaturas de 40 °C como do tipo II e na temperatura de 20 e 30 °C do tipo III.

**Tabela 4.84** - Parâmetros, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P) dos modelos de ajuste das isotermas de adsorção de umidade da polpa de manga Haden em pó (Experimento 4) seca na temperatura de 190 °C

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros				$R^2$	P (%)
		$X_m$	C	K			
GAB	20	8,6943	0,9215	0,9193		0,9963	7,14
	30	7,4922	1,5570	0,9365		0,9992	3,71
	40	5,0015	10,2409	0,9791		0,9921	7,15
Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros				$R^2$	P (%)
		$K_1$	$n_1$	$K_2$	$n_2$		
Peleg	20	69,8411	19,0975	41,3268	1,3705	0,9945	8,27
	30	62,4021	10,8296	28,1503	1,7852	0,9986	5,67
	40	36,0215	2,2102	140,8972	12,3930	0,9944	8,68
Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$	P (%)		
		a	b				
Oswin	20	8,1403	0,7225	0,9924	8,27		
	30	9,0710	0,6821	0,9963	5,67		
	40	8,3899	0,7254	0,9923	8,68		

As isotermas analisadas para polpa em pó da manga Haden do Experimento 4 (40% de maltodextrina, temperatura de ar de secagem de 190 °C, coletado da câmara de secagem) nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C encontram-se nas Figuras D.1, D.2 e D.3 (Apêndice D), ajustadas aos modelos de GAB, Peleg e Oswin.

Na Figura 4.44 são apresentadas as isotermas de adsorção de água da polpa de manga Haden em pó, Experimento 4 (40% de maltodextrina – temperatura de ar de secagem de 190°C), com ajustes pelo modelo de GAB. Observa-se pouco distanciamento entre as curvas, principalmente as correspondentes a 20 e 30 °C, havendo inclusive cruzamento das mesmas em atividades de água em torno da faixa de 0,8 a 0,9. Os ajustes para os modelos Peleg e Oswin se encontram-se nas Figuras D.1 e D.2 (Apêndice D).



**Figura 4.44** – Isotermas de adsorção de água a 20, 30 e 40 °C, da manga Haden em pó (Experimento 4 - 40% de maltodextrina; 190 °C) com ajuste pelo modelo de GAB

## 5 – CONCLUSÕES

- A polpa integral de manga Haden foi classificada como ácida;
- As formulações da polpa integral de manga Haden adicionada com diferentes concentrações de maltodextrina (30, 35 e 40%) obtiveram valores alterados em relação a análise da polpa integral;
- A manga Haden em pó apresentou características distintas nos pós coletados na câmara de secagem (Tipo A) e ciclone (Tipo B);
- As polpas de manga Haden em pó obtidas a partir do planejamento experimental, tiveram baixos teores de água e atividade de água;
- O pó Tipo A apresentou valores inferiores ao do tipo B para os teores de açúcares redutores, totais e não redutores, insolubilidade e tempo de reconstituição;
- O pó do Tipo A resultou em coloração mais escura do que o pó do Tipo B;
- Todas as propriedades das polpas de manga Haden em pó sofreram alterações durante o armazenamento. Nenhuma das alterações foi influenciada de forma mensurável pela temperatura de secagem em que as amostras foram produzidas nem pela diferença de temperatura de armazenamento entre 30 e 40 °C.
- O teor de água, a atividade de água, pH e insolubilidade aumentaram com o tempo de armazenamento; a acidez total titulável, o ácido ascórbico e açúcares redutores diminuíram durante o armazenamento; as amostras armazenadas sofreram escurecimento e redução na intensidade de vermelho e na intensidade de amarelo.
- A análise de microscopia eletrônica de varredura resultou em um pó com bastantes imperfeições porém pode-se visualizar um formato mais esférico das partículas quando observadas no aumento de 1500 vezes.
- As isotermas de adsorção de água do pó do Experimento 4 das amostras secadas a 190 °C, podem ser estimadas pelos modelos de GAB, Oswin e Peleg e foram classificadas como tipo II e III.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P. Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 81–87, 2009.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.

ALMEIDA, F. D. L. **Desidratação de suco de abacaxi probiótico por spray dryer**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

AMORIM, N. M. L.; CARDOSO, L. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Frutas comercializadas em feira livre Apresentam maior teor de  $\beta$ -caroteno e valor de vitamina A. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 81-87, 2012.

ANDRADE, I.; FLORES, H. Optimization of spray drying of rosele extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). In: XIV Proceeding of the International Drying Symposium, 14, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Drying, 2004, p. 597–604.

ANGEL, R. C. M.; ESPINOSA-MUÑOZ, L. C.; AVILES-AVILES, C.; GONZÁLEZ-GARCÍA, R.; MOSCOSA-SANTILLÁN, M. GRAJALES-LAGUNES, A.; ABUD-ARCHILA, M. Spray-drying of passion fruit juice using lactose-maltodextrin blends as the support material. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52 n. 4, p. 1011-1018, 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Valorização Cambial e Melhores Preços Internacionais Compensaram Baixo Crescimento dos Volumes Exportados. **Revista Gazeta Santa Cruz**, ed. 4, p. 56-57, 2012.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists international**. 14. ed. Arlington: AOAC International, 2000. p. 1997. 1141.

ARAÚJO, J. L. P. Mercado e comercialização da manga. In: Cultivo da Mangueira. Embrapa Semi-árido, sistemas de produção, 2. Versão eletrônica Julho/2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br> (Acesso Dez de 2012).

ARAÚJO, N. M.; GUSMÃO, M.T.A.; ROCHA, M.M.B.; SERRÃO, B.O. Armazenamento a vácuo de manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada. **Revista Ciências Agrárias**, v. 51, n. 1, p. 9-24, 2009.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2007.

BARBANTI, D.; MASTROCOLA, D.; SEVERINI, C. Air drying of plums. A comparison among twelve cultivars. **Food Sciences des Aliments**, v 14, n. 1, p. 61-73, 1994.

BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de misturas de frutas obtido por spray drying**. 2010. 170 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes, 2010.

BE MILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. **Carbohydrates. In: Food Chemistry**, 3 ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.157-224.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Revista Ciências 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, ROCHA, E. M. F. F. Comportamento higroscópico de pós de manga das variedades coité e espada e avaliação das características físico-químicas. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2186-2192, 2010.

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.

BHANDARI, B.R.; SENOUSI, A.; DUMOULIN, E.D.; LEBERT, A. Spray drying of concentrated fruit juices. **Drying Technology**, v. 11, n. 5, p. 1081-1093, 1997.

BIAZUS, J.P.M.; SOUZA, R.R.; SANTANA, J.C.C.; TAMBOURGI, E.B. Otimização da secagem do malte de *Zea mays*. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 787-792, 2006.

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.

BORGES, K. C. **Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de bagaços de frutas tropicais desidratados em leito de jorro**. 2011. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BRASIL Resolução Normativa nº 9, de 1978. Diário Oficial da União de 11/12/78. Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional de Saúde, 1978.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº 1, de 7 janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas sucos de frutas.

BROADHEAD. J. EDMOND ROUAN S. K, RHODES C .T. The spray drying of pharmaceuticals. **Food Drug Development and Industrial Pharmacy**, v.18, n. 11, p. 1169-1206, 1992.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J.F.; OLIVEIRA, A.L. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy-Atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 651-653, 2002.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.

CAPRISTE, G. H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorptional equilibrium data for starchcontaining foodstuffs. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 8, p. 1501-1507, 1982.

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

CASELLI, F. T. R.; COELHO, M. I. S.; CARVALHO, F. A. L.; LOURA, S. M. A. Comparação de desidratação osmótica seguida de Secagem a ar quente em manga para produção de chips. In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação de Rede Norte e Nordeste de Educação e Tecnológica, 4, 2009, Belém. *Anais...* Belém: Instituto Federal do Pará, 2009. p. 9.

CASTOLDI, M. **Estudo do processo de secagem de polpa de tomate por refractance window**. 2012. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CATELAM, K. T.; TRINDADE, C. S. F.; ROMERO, J. T. Water adsorption isotherms and isosteric sorption heat of spray-dried and freeze-dried dehydrated passion fruit pulp with additives and skimmed milk. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1196–1203, 2011.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed, Campinas: Ed da Unicamp, 2003. p. 207.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed, rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

CODEVASF. **Censo Frutícola 2001**, Brasília, 2001. Disponível em <<http://www.codevasf.gov.br/fruticultura/>> Acesso em 30 de março de 2013.

COSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L. Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucus carota*) obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro: estudo comparativo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5–9, 2003.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. Cultivares. In: MOUCO, M. A. C. **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, Sistemas de Produção, 2 Versão eletrônica Julho 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br> (Acesso julho de 2013)

COSTA, J. N.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; CONSTANT, P. B. L.; SOARES, D. J. Study of the stability of passion fruit (*Passiflora edulis* f. flavicarpa) powder from organic farming. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 34, n. 2, p. 705-716, 2013.

CRUZ, W. F. **Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem em camada de espuma**. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.



DACANAL, G. C. **Estudo da granulação de suco de acerola desidratado em leito fluidizado**. 2005. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

DANTAS, S. C. M. **Desidratação de polpas de frutas pelo método *foam-mat***. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

DEYMONAZ, C.; HOBSON, M.; DIAZ, D.; GUIDINGER, N. **Spray drying**, 2002. Disponível:<[http://www.wsu.edu/~gmhyde/433\\_web\\_pages/drying-web-pages98/spray-dry/Spray-Drying-intro.htm](http://www.wsu.edu/~gmhyde/433_web_pages/drying-web-pages98/spray-dry/Spray-Drying-intro.htm)> Acesso em : 28 de Setembro de 2012.

DIÓGENES, A. M. G., FIGUEIRÊDO, R. M. F., SOUSA, A. B. B. Análise comparativa de polpas de manga ‘Haden’ integral e formulada. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 30-34, 2015.

DOMINGUES, A. de M.; ABADIO, F. D. B.; OLIVEIRA, V. M. de; BORGES, S. V.; GAY, J. Caracterização das propriedades físicas do suco de abacaxi (*Ananas comosus*.) em pó desidratado por spray dryer otimizado através da análise de superfície de resposta. In: Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologias de Alimentos, 18, 2002, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBCTA, 2002.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL. J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frutas Exóticas**. Jaboticabal: Funep, v. 1, p. 148-150, 1998.

ENDO, E.; BORGES, V. S.; DAIUTO, R. E.; CEREDA, P. M.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2007.

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.

FEITOSA, R. M., FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M., Gomes. J. P. Isotermas de adsorção de umidade de fatias de goiabas desidratadas pré- tratadas com solução de ácido ascórbico. VII Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 7, 2013, Madri. *Anais...* Madrid: Seaging Sech, 2013. p. 6.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática.** Porto Alegre: Artmed, 1 ed, p. 602, 2006.

FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 157-165, 2012.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactrisgasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2003.

FERREIRA NETO, J. C., FIGUEIRÊDO, R. M. F., ALEXANDRE JOSÉ DE MELO QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de Mandioca temperadas. **Revista Ciências Agrotecnologica.** , v. 29, n.4, p. 795-802, 2005.

FERREIRA, A. P. R.; COSTA, J. P.; SOUSA, S. L.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, J. M. C. Comportamento higroscópico de polpa de seriguela atomizada utilizando diferentes agentes carreadores de secagem. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20, 2014, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Instituto de Engenharia e tecnologia de Alimentos, 2014. p. 8.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MARTUCCI, E. T. Alterações de cor da acerola em pó sob condições controladas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 49-57, 2005.

FINOT, P.A. Historical perspective of the Maillard reaction in food science. **New York Academy of Science**, v, 1043, n. 1, p.1-8, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO,2009. Disponível em:<<http://www.hortibrasil.org.br/A-manga-no-mundo-e-no-brasil&Afrutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82>>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2013.

FRANCISONI, A. D.; CAMPOS, F. R.; PEREIRA, D. B.; OLIVEIRA, V. M. DE; BORGES, S. V.; GAY, J. Influência da concentração de maltodextrina e velocidade de atomização sobre as propriedades físicas do suco de maracujá desidratado. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1, 2002, Porto Alegre: **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. p. 18.

FUJITA, A.; BORGES, K.; CORREIA, R.; FRANCO, B. D. G. M.; GENOVESE, M. I. Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). **Food Research International**, v. 54, n. 3, p. 495–500, 2013.

GALDINO, P. O. **Secagem por aspersão da polpa do figo-da-índia**. 2011. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 1, p. 73-80, 2003.

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

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. **Society of Food Science and Technology**, v. 38, n. 5, p. 479-487, 2004.

GURJÃO, K. C. O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo**. 2006. 165f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 5 ed. São Paulo, p.1032, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola nacional**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ITAL). **Manual Técnico**. Banana Passa: Princípios de Secagem, Conservação e Produção Industrial. p. 73, Campinas, 1993.

ISONO, Y.; ARAYA, G.; HOSHINO, A. Immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* for ethanol fermentation on  $\gamma$ -alumina particles using a spray-dryer. **Process Biochemistry**, v. 30, n. 8, p. 743-6, 1995.

LANCHA, J. P.; GERMER, S. P. M.; DALLA DEA, R. C.; FERRARI, C. C.; ALVIM, I. D. Desidratação de polpa de pitanga e jabuticaba em spray dryer: condições de processo e propriedades físico-químicas do pó. In: VI Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 6, 2012, Jaguariúna. *Anais...* Jaguariúna: CIIC, 2012, p. 10.

LISBÔA, C. G. C.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento de figo-da-índia em pó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 216–221, 2012.

LOMAURO, C. J.; BAKSHI, A. S.; LABUZA, T. P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: fruit, vegetable and meat products. **Lebensmittel–Wissenschaft & Technologies**, v. 18, n. 2, p. 111-117, 1985.

LOUREIRO, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1092-1100, 2013.

MACAN, L. R.; PILETTI, R. **Avaliação físico-química comparativa do morango (*Albion*), desidratado pelos métodos de secagem e liofilização**. 2013. 13p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2013.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, v. 29,n. 1, p. 75-97, 2007.

MANNHEIM, C. H.; LIU, J. X.; GILBERT, S. G. Control of water in foods during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 22, n. 4, p. 509- 532, 1994.

MARTIN, L. G. P. **Estudo da secagem de polpa de cupuaçu por atomização**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MASTERS, K. **Spray drying: an introduction to principles, operation practice and applications**. 2 ed. London: Leonard Hill Books, 1972. v. 10, p. 668.

MEDEIROS, J. **Secagem e armazenamento de polpa de mangaba**. 2007. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MELO, R. B.; CANDIDO, A. S.; SILVA, J. S.; FEITOSA, T. B. A Importância do polo Petrolina (PE) e Juazeiro(PE) na produção e exportação de manga no Brasil. In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte de Educação Tecnológica. 4, 2009, Belém. **Anais ...** Belém: Instituto Federal do Pará, 2009, p. 9.

MIQUELIM, J. N. **Avaliação reológica e físico-química de bombons recheados com preparado de morango, laranja e maracujá em base açúcar *fondant*, gordura hidrogenada e chocolate branco**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MISHRA, V. K.; ORAIKUL, B.; TEMELLI, F. Physical characterization and water sorption of freeze dried dulce *Palmaria palmata* powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 20, n. 1, p. 25-39, 1996.

MORAES, L. R. V.; AZEVÊDO, L. C.; SANTOS, V. M. L.; LEITÃO, T. J. V. Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização. **Revista Semiárido De Visu**, v. 2, n. 2, p. 254-264, 2012.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1093–1098, 2013.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M. SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 764-772, 2013.

NASCIMENTO, S. S. Fomento à Produção e à Pesquisa da Mangaba e outras Fruteiras Potenciais. In: Simpósio Brasileiro Sobre A Cultura da Mangaba, 1, 2003, Aracajú. **Anais...** Aracajú: Embrapa, 2003.

NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E.; **Planejamento e otimização de experimentos**. 2 ed. Campinas: Ed. da Unicamp: 1995, p. 401.

OLIVEIRA, A.; SILVA, M. G. F.; SOBRAL, P. J. A.; OLIVEIRA, C. A. F.; HABITANTE, A. M. Q. B. Propriedades físicas de misturas para sherbets de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 581-586, 2005.

OLIVEIRA, F. M. N. **Secagem e armazenamento da polpa de pitanga**. 2006. 214f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 8, n. 1, p. 25-33, 2006.

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

OLIVEIRA, A. S., FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M., BRITO, J.G. Estabilidade da polpa do *Cereus jamacaru* em pó durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 147–153, 2015.

OSORIO, C.; FORERO, D. P.; CARRIAZO, J. G. Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. **Revista Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1174–1181, 2011.

PAGLARINI, C. S.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. Histerese das isotermas de sorção da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) variedade manteiga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 299–305, 2013.

PARK, K. J.; YADO, M. K.; BROD, F. P. R. Estudo da secagem de pêra (Bartlett pyru ssp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PEARSON, D. **The chemical analysis of food**. 6 ed. London: J. & A. CHURCHILL, 1970, p. 370.

PENG, Z.; LI, J.; GUAN, Y.; ZHAO, G. Effect of carriers on physicochemical properties, antioxidant activities and biological components of spray-dried purple sweet potato flours. **Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 348-355, 2013.

PILON, L.; OETTERER, M.; GALLO, C.R.; SPOTO, M.H.F. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 150-158, 2006.

PIMENTEL, C.R.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Mercado internacional de manga: situação atual e perspectiva. In: Frutas do Brasil: Manga pós colheita. 1, 2000, Fortaleza, **Anais ...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000, p. 9 – 13.

QUEIROZ, F. **Estudo da cinética de extração do óleo essencial de capim - limão com dióxido de carbono líquido**. 1993. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

RAMASWAMY, H.; MARCOTTE, M. **Low-temperature preservation**. In: Food processing. Principles and applications. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 2006. v. 4, p. 169 – 232.

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A. C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 259-269, 2008.

RANKELL, A. S.; LIEBERMAN, H. Á.; SCHIFFMAN, R. F. Secagem. In: LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2001. v. 1, p. 83-112.

REINECCIUS, G.A. Carbohydrates for flavor encapsulation. **Food Technology**, v. 1, n. 1, p. 144-146, 1991.

RIBEIRO, D. M.; CORREA, P. C.; RODRIGUES, D. H.; GONELI A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 611-617, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: International Life Sciences Institute, 2001. p. 64.

ROSENTHAL, A. Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF). Agroindústria: Pela qualidade das polpas. **Revista Frutas e Derivados**, v.9, n.3, p.26-29, 2008.

SANTANA, A. A. **Obtenção da polpa de pequi e do leite de coco Babaçu microencapsulados através da secagem por aspersão**. 2013. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SANTOS, E. V. M. Extração de matérias-primas vegetais. In: SHARAPIN, N. **Fundamentos tecnológicos de produtos fitoterápicos**. Bogotá: Andrés Bello, 2000. p. 57-60.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; ROCHA, A. P. T.; ARAÚJO, G. T. Características físico-químicas da polpa de caju em pó obtida pelo método de secagem em leite de jorro.



In: CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERIA E CIENCIAS HORTICULAS, 7, 2013, Madrid. **Anais...** Madrid: Inovar y Producir para el Futuro, 2013. p. 26-29.

SCHVARTSMAN, S. Aditivos alimentares. **Revista de Pediatria**, v. 4, p. 202-210, 1982.

SHAHIDI, F.; HAN, X. Q. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

SHARMA, M.; KADAM, D. M.; CHADHA, S. R. A.; WILSON, R. A.; GUPTA, R. K. Influence of particle size on physical and sensory attributes of mango pulp powder. **Central Institute of Post-Harvest Engineering and Technology**, v. 27, n. 3, p. 323-328, 2013.

SHAW F.V. **Spray drying as an alternative granulation technique**. In: Handbook of Pharmaceutical Granulation Technology. Nova York: Marcel Dekker, 1997. v. 81, p. 75-96.

SILVA FILHO, E. D. **Obtenção e avaliação da qualidade da polpa da manga cv. Haden em pó, pelo método de secagem em camada de espuma**. 2012. 190 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

SILVA, R. N. G. FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1179–1184, 2005.

SILVA, V. K. L.; PINHEIRO, E. S.; DOMINGUES, M. A. F.; AQUINO, A. C.; FIGUEIREDO, E. A.; COSTA, J. M. C.; CONSTANT, P. B. L. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 55-66, 2010.

SOUZA, C. R. F. **Estudo comparativo da produção de extrato seco de *Bauhinia forficata* Link pelos processos spray-dryer e leito de jorro**. 2003. 208 f. Dissertação

(Mestrado em em Farmacos e Medicamentos) Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

SOUZA T. P.; GOMEZ-AMOZA, J. L.; MARTÍNEZ-PACHECO, R.; PETROVICK P. R. Compression behavior of formulations from *Phyllanthus niruri* spray dried extract. **Die Pharmazie – An International Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 61, n. 3, p. 213-217, 2006.

SOUZA, J. S. **Secagem de misturas de polpa de frutas tropicais em leite de jorro**. 2009. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SOUZA, V. C. **Efeito da liofilização e desidratação em leite de espuma sobre a qualidade do pó de polpa de cupuaçu *theobroma grandiflorum***. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Bahia, 2011.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2 ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA – UNICAMP, 2009. 161 p.

TANG, J.; YANG, T. **Dehydrated vegetables: Principles and systems**. In: HUI, Y. H.; GHAZALA, S.; GRAHAM, D. M.; MURRELL, K. D.; NIP, W. K. Handbook of vegetable preservation and processing. Nova Iorque: Marcel Dekker, 2004. cap. 21, p. 335-357.

TEIXEIRA NETO, R. O. Alterações da qualidade de frutas e hortaliças desidratadas durante a estocagem. In: AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p. 8.1-8.9.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açúcar. **Revista Inclusão Social**. v. 6, n. 2, p. 70-76, 2013.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 444-450, 2009.

TRAVAGLINI, D. A.; NETO, M. P.; BLEINROTH, E. W.; LEITÃO, M. F. F. **Banana passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas: ITAL, 1993. 73 p.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p.58-65, 2008.

WU, J. S. B.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. Auburndale: Agscience, 1993. cap. 19, p. 620-655.

## **Apêndice A**

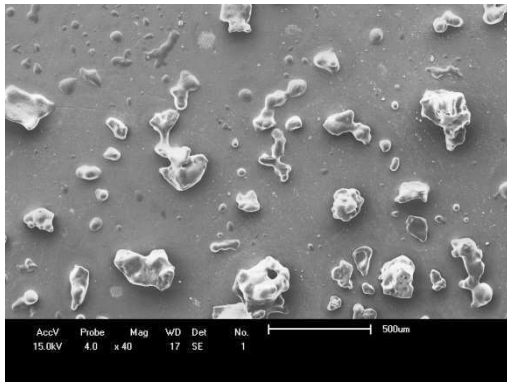
**Tabela A.1** – Valores médios dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos da manga Haden em pó produzida pelo processo de secagem por aspersão, extraídos da câmara de secagem (pó Tipo A)

<b>Tipo A - Experimentos (n°)</b>							
<b>Respostas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
pH	4,64 e	4,77 d	4,90 b	4,84 c	5,01 a	5,04 a	5,03 a
ATT (% ácido cítrico)	1,43 a	1,43 a	0,83 b	0,67 c	0,37 d	0,39 d	0,36 d
Atividade de água	0,383 ab	0,423 a	0,326 bc	0,379 ab	0,274 c	0,278 c	0,277 c
Teor de água (% b.u.)	4,67 a	4,31 a	2,48 c	1,82 d	3,36 b	3,38 b	3,35 b
Ácido ascórbico (mg /100g)	21,09 c	22,73 c	44,83 a	48,53 a	36,52 b	36,68 b	36,77 b
Açúcares redutores (% glicose)	8,23 c	8,91 bc	10,57 a	11,16 a	9,45 b	9,52 b	9,43 b
Açúcares totais (% glicose)	17,19 c	18,84 b	19,73 b	20,91 a	17,13 c	17,19 c	17,54 c
Açúcares não-redutores (%sacarose)	8,96 ab	9,93 a	9,16 ab	9,75 a	7,68 b	7,67 b	8,12 b
Cinzas (%)	1,43 a	1,44 a	0,61 c	0,99 b	1,48 a	1,46 a	1,46 a
Luminosidade (L*)	76,36 a	76,65 a	61,62 d	66,33 c	71,81 b	72,09 b	71,80 b
Intensidade de vermelho (+a*)	4,37 d	4,25 d	10,72 a	8,77 b	6,12 c	6,59 c	6,65 c
Intensidade de amarelo (+b*)	34,17 c	34,18 c	36,88 a	36,74 ab	35,56 b	35,57 b	35,57 b
Tempo de reconstituição (s)	42,33 d	60,33 c	84,33 a	93,00 a	74,00 b	74,00 b	71, 33 b
Insolubilidade (%)	8,16 a	7,95 a	4,45 c	4,46 c	5,41 b	5,48 b	5,47 b
Proteínas (%)	0,44 a	0,43 a	0,28 c	0,29 c	0,37 b	0,38 b	0,37 b

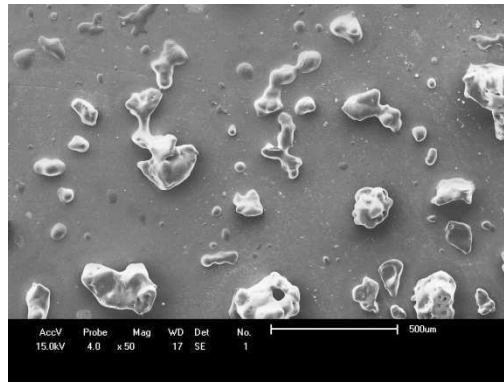
**Tabela A.2** - Valores médios dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos da manga Haden em pó produzida pelo processo de secagem por aspersão, extraídos do ciclone (pó Tipo B)

<b>Tipo B - Experimentos (n°)</b>							
<b>Respostas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
pH	4,87 c	4,91 c	5,04 b	5,04 b	5,16 a	5,14 a	5,17 a
ATT (% ácido cítrico)	0,85 a	0,88 b	0,66 b	0,64 b	0,78 ab	0,77 ab	0,74 ab
Atividade de Água	0,395 ab	0,411 a	0,336 c	0,346 bc	0,336 c	0,330 c	0,334 c
Teor de Água (% b.u.)	2,68 a	2,52 a	0,97 c	0,89 c	1,77 b	1,76 b	1,76 b
Ácido ascórbico (mg /100g)	16,74 b	19,42 b	33,51 a	36,19 a	21,52 b	21,40 b	21,58 b
Açúcares redutores (% glicose)	10,57 a	10,72 a	8,84 c	8,59 d	9,89 b	9,78 b	9,91 b
Açúcares totais (% glicose)	20,03 b	20,09 b	18,98 c	18,99 c	22,47 a	22,35 a	22,58 a
Açúcares não-redutores (%sacarose)	9,46 cd	9,37 d	10,14 bc	10,39 b	12,58 a	12,57 a	12,67 a
Cinzas (%)	1,39 a	1,38 a	0,95 b	0,85 bc	0,74 c	0,74 c	0,73 c
Luminosidade (L*)	84,33 ab	84,38 ab	73,24 c	78,57 bc	85,88 a	85,87 a	85,80 a
Intensidade de vermelho (+a*)	0,25 e	0,74 d	2,68 a	1,79 b	1,28 c	1,26 c	1,28 c
Intensidade de amarelo (+b*)	21,39 b	18,62 c	25,29 a	25,30 a	24,95 a	24,94 a	24,93 a
Tempo de Reconstituição (seg)	89,00 d	92,33 d	124,66 b	135,00 a	114,00 c	114,66 c	114,00 c
Insolubilidade (%)	18,02 a	17,49 a	12,64 c	12,55 c	15,07 b	15,32 b	15,28 b
Proteínas (%)	0,31 a	0,32 a	0,15 c	0,14 c	0,28 b	0,25 b	0,26 b

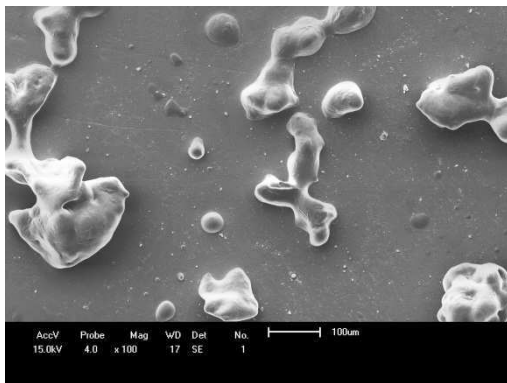
## **Apêndice B**



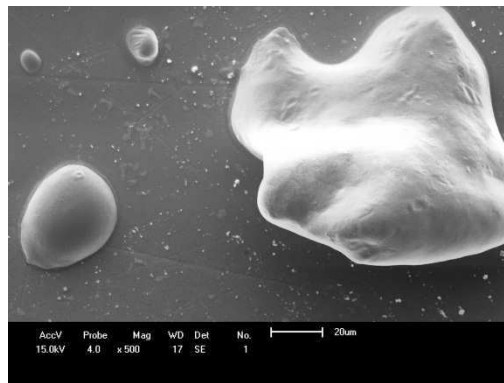
1- Aumento de 40 vezes



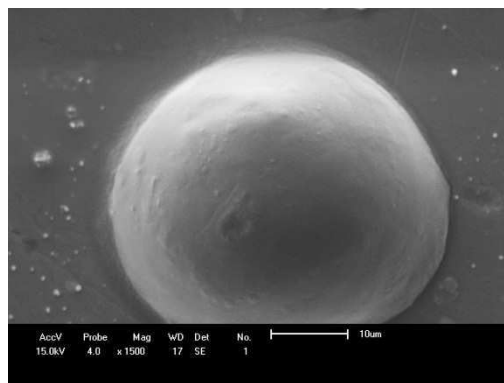
2- Aumento de 50 vezes



3- Aumento de 100 vezes



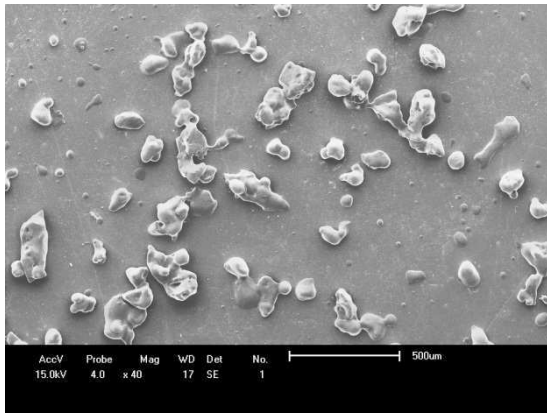
4- Aumento de 500 vezes



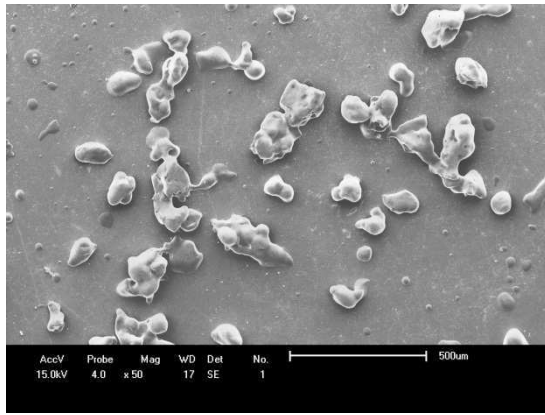
5- Aumento de 1500 vezes

**Figura B.1** – Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 150°C adicionada a 30% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 1) do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica

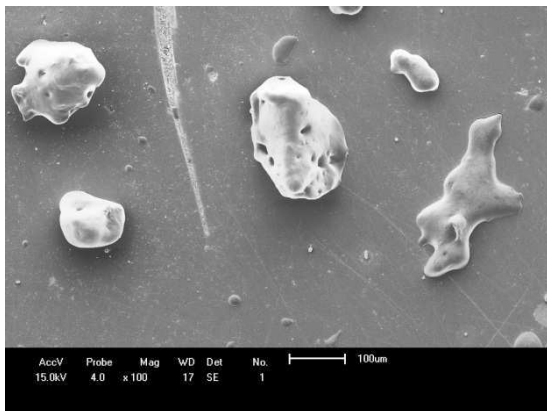




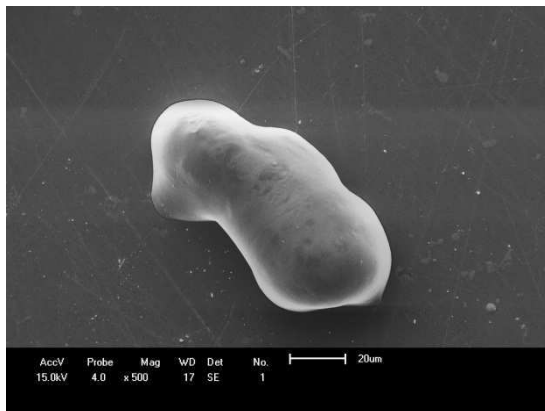
1- Aumento de 40 vezes



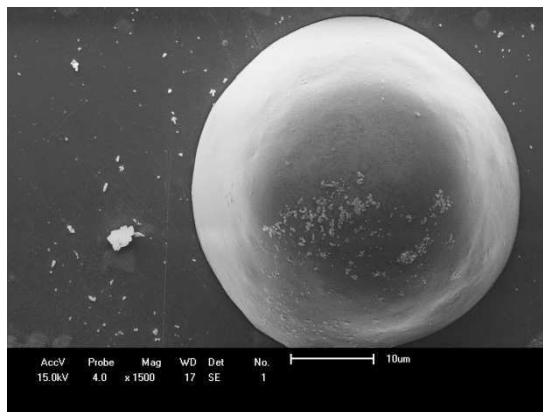
2- Aumento de 50 vezes



3- Aumento de 100 vezes

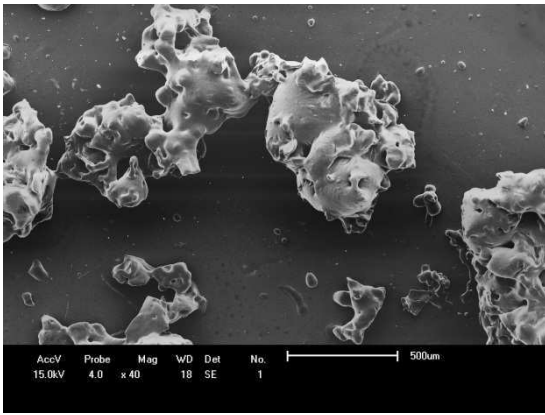


4- Aumento de 500 vezes

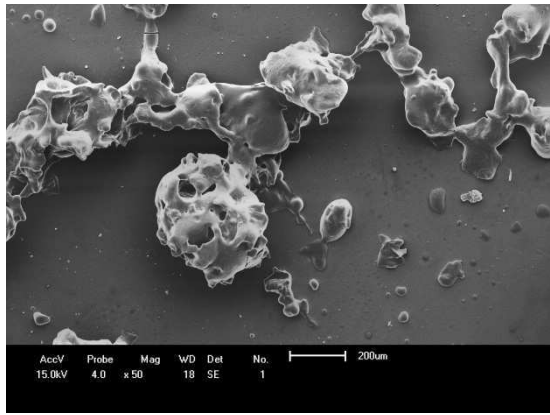


5- Aumento de 1500 vezes

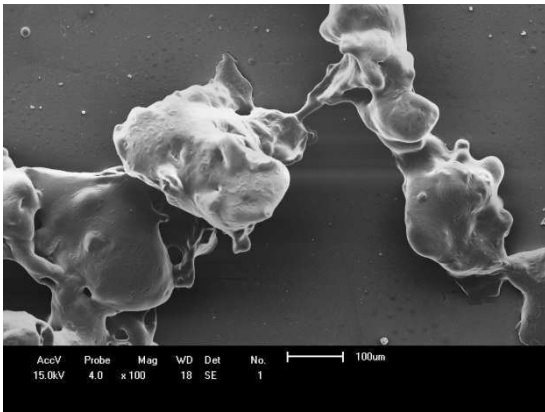
**Figura B.2** – Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 150°C adicionada a 40% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 2) do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica



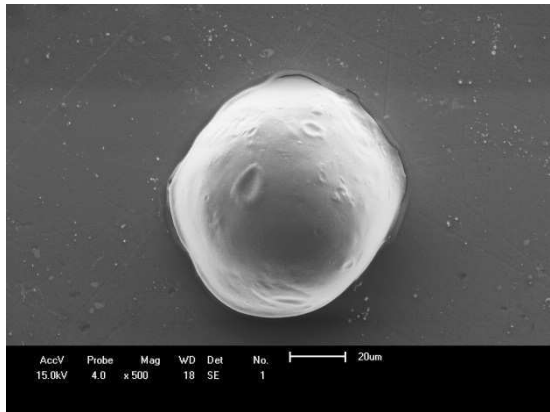
1- Aumento de 40 vezes



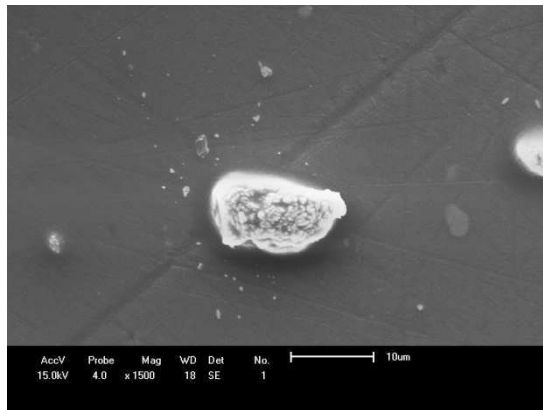
2- Aumento de 50 vezes



3- Aumento de 100 vezes

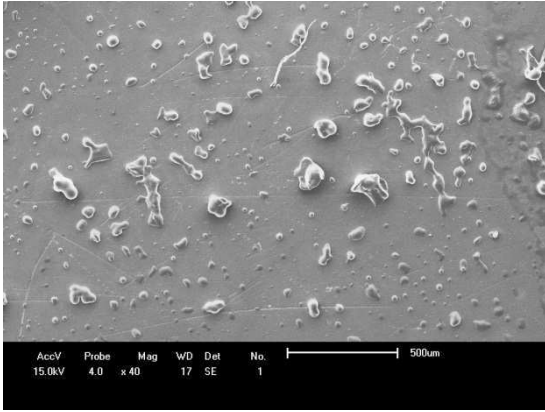


4- Aumento de 500 vezes

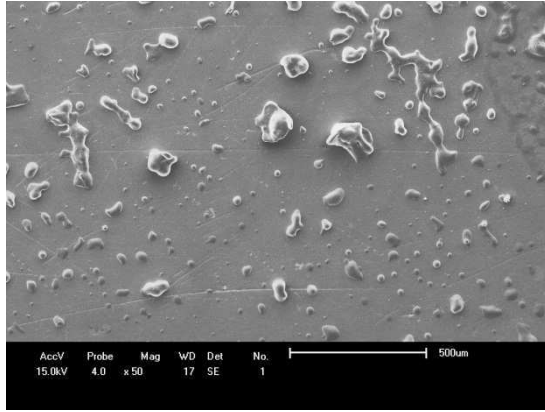


5- Aumento de 1500 vezes

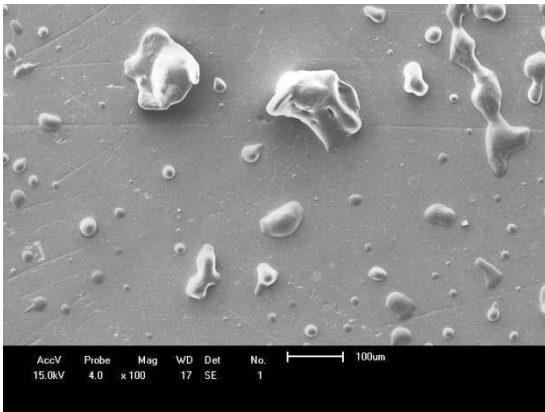
**Figura B.3**– Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 190°C adicionada a 30% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 3) do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica



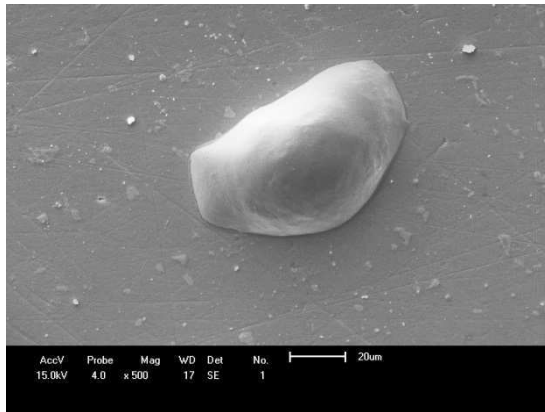
1- Aumento de 40 vezes



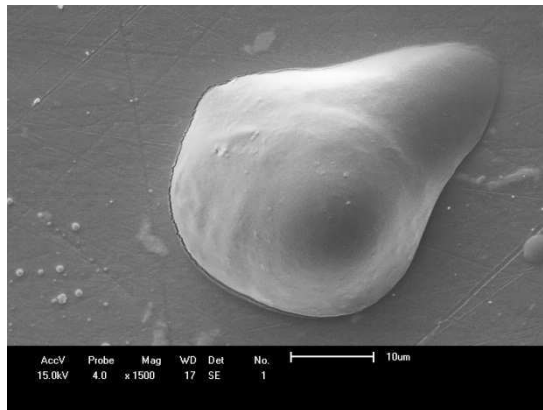
2- Aumento de 50 vezes



3- Aumento de 100 vezes



4- Aumento de 500 vezes



5- Aumento de 1500 vezes

**Figura B.4** – Imagens Fotomicrográficas das partículas das polpas em pó da manga Haden obtidas na câmara de secagem da desidratação no spray dryer, na temperatura de ar de secagem de 170°C adicionada a 35% de maltodextrina da dextrose 1914 (Experimento 5) do planejamento experimental fatorial, através da microscopia eletrônica

## **Apêndice C**

**Tabela C.1** - Análise de variância do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	227,9294	37,9880	1177,0415**
Temperatura (F2)	1	1,4630	1,4630	45,3319**
Interação (F1xF2)	6	2,4128	0,4021	12,4601**
Tratamentos	13	231,8038	17,8311	552,4878 **
Resíduo	112	3,6147	0,0323	
Total	125	235,4185		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.2** - Análise de variância do teor de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	354,8440	59,1407	1384,6254**
Temperatura (F2)	1	0,0571	0,0571	1,3362ns
Interação (F1xF2)	6	0,1605	0,0268	0,6264ns
Tratamentos	13	355,0616	27,3124	639,4498 **
Resíduo	112	4,7838	0,0427	
Total	125	359,8454		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.3** - Análise de variância da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	0,02039	0,00340	36,8541 **
Temperatura (F2)	1	0,00046	0,00046	4,9992 **
Interação (F1xF2)	6	0,00302	0,00050	5,4567 **
Tratamentos	13	0,02387	0,00184	19,9126 **
Resíduo	112	0,01033	0,00009	
Total	125	0,03420		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadra do médiodos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.4** - Análise de variância da atividade de água da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	0,02398	0,00400	35,2456
Temperatura (F2)	1	0,00029	0,00029	2,5532 ns
Interação (F1xF2)	6	0,00068	0,00011	1,0003 ns
Tratamentos	13	0,02495	0,00192	16,9253 **
Resíduo	112	0,01270	0,00011	
Total	125	0,03765		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.5** - Análise de variância da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	5,6693	0,9449	380,1006
Temperatura (F2)	1	0,0616	0,0616	24,8044 **
Interação (F1xF2)	6	0,2408	0,0401	16,1433 **
Tratamentos	13	5,9718	0,4594	184,7899 **
Resíduo	112	0,2784	0,0025	
Total	125	6,2502		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.6** - Análise de variância da acidez total titulável da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	1,7847	0,2974	128,0026
Temperatura (F2)	1	0,0061	0,0061	2,6432ns
Interação (F1xF2)	6	0,0613	0,0102	4,3988 **
Tratamentos	13	1,8521	27,3124	61,3117 **
Resíduo	112	0,2603	0,0427	
Total	125	2,1124		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.7** - Análise de variância do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	913,7180	152,2863	230,3527
Temperatura (F2)	1	223,7038	223,7038	338,3809 **
Interação (F1xF2)	6	55,1812	9,1969	13,9114 **
Tratamentos	13	1192,6029	91,7387	138,7666 **
Resíduo	112	74,0433	0,6611	
Total	125	1266,6462		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.8** - Análise de variância do ácido ascórbico da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	3781,32088	630,2201	429,9727
Temperatura (F2)	1	30,5282	30,5282	20,8281
Interação (F1xF2)	6	102,2080	17,0347	11,6220 **
Tratamentos	13	3914,0571	301,0813	205,4151 **
Resíduo	112	164,1608	1,4657	
Total	125	4078,2178		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.



**Tabela C.9** - Análise de variância da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	6160,7204	1026,7867	733,5829
Temperatura (F2)	1	738,6152	738,6152	527,7001 **
Interação (F1xF2)	6	143,2895	23,8816	17,0621 **
Tratamentos	13	7042,6251	541,7404	387,0438 **
Resíduo	112	156,7650	1,3997	
Total	125	7199,3901		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.10** - Análise de variância da insolubilidade da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	3781,32088	630,2201	429,9727
Temperatura (F2)	1	30,5282	30,5282	20,8281
Interação (F1xF2)	6	102,2080	17,0347	11,6220 **
Tratamentos	13	3914,0571	301,0813	205,4151 **
Resíduo	112	164,1608	1,4657	
Total	125	4078,2178		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.11** - Análise de variância do açúcar redutor da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	395,7172	65,9529	3300,0786**
Temperatura (F2)	1	2,7819	2,7819	139,1984 **
Interação (F1xF2)	6	82,0216	13,6703	684,0184 **
Tratamentos	13	480,5208	36,9631	1849,5215**
Resíduo	112	2,2383	0,0200	
Total	125	7199,3901		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.12** - Análise de variância do açúcar redutor da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	350,3849	58,3975	366,0380
Temperatura (F2)	1	26,0507	26,0507	609,3798 **
Interação (F1xF2)	6	14,5983	2,4330	56,9141 **
Tratamentos	13	391,0339	30,0795	703,6225 **
Resíduo	112	4,7879	0,0427	
Total	125	4078,2178		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.13** - Análise de variância da Luminosidade (L\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	763,6282	127,2714	457,3175**
Temperatura (F2)	1	2,1294	2,1294	7,6515 **
Interação (F1xF2)	6	75,6637	12,6106	45,3131 **
Tratamentos	13	872,5909	64,7247	232,5719 **
Resíduo	112	31,1696	0,2783	
Total	125	872,5909		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.14** - Análise de variância da Luminosidade (L\*)da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	292,1737	48,6956	61,8383
Temperatura (F2)	1	10,3888	10,3888	13,1927 **
Interação (F1xF2)	6	4,8386	0,8064	1,0241 ns
Tratamentos	13	307,4011	23,6462	30,0282 **
Resíduo	112	88,1963	0,7875	
Total	125	395,5974		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.15** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	3,5412	0,5902	12,6567 **
Temperatura (F2)	1	0,1572	0,1572	3,3703 ns
Interação (F1xF2)	6	1,9989	0,3331	7,1443 **
Tratamentos	13	5,6873	0,4382	9,3982 **
Resíduo	112	5,2227	0,0466	
Total	125	10,9200		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.16** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo (F1)	6	6,7728	1,1288	14,1883
Temperatura (F2)	1	0,1146	0,1146	1,4405 ns
Interação (F1xF2)	6	2,8718	0,4786	6,0161**
Tratamentos	13	9,7592	0,7507	9,4359 **
Resíduo	112	8,9106	0,0796	
Total	125	18,6697		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.17** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+b\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 2 (150 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo (F1)	6	40,8609	6,8101	10,3255 **
Temperatura (F2)	1	18,5150	18,5150	28,0722 **
Interação (F1xF2)	6	92,4564	15,4094	23,3636 **
Tratamentos	13	151,8322	11,6794	17,7082 **
Resíduo	112	73,8694	0,6595	
Total	125	225,7016		

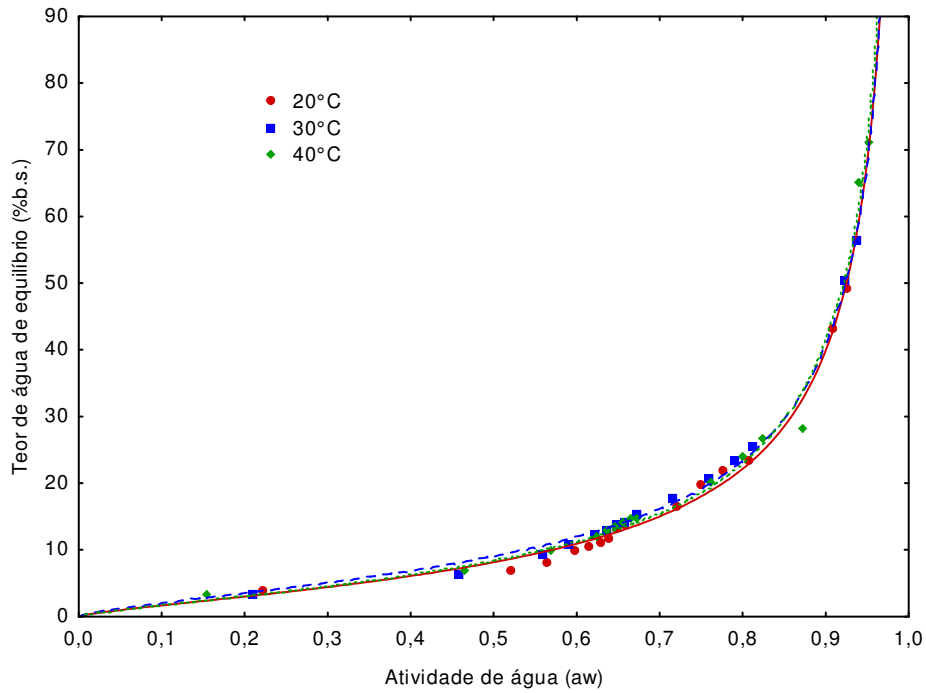
\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela C.18** - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b\*) da polpa de manga Haden em pó do Experimento 4 (190 °C temperatura de secagem adicionada a 40% de concentração de maltodextrina) em função da temperatura e tempo de armazenamento sob atmosfera controlada (NaBr)

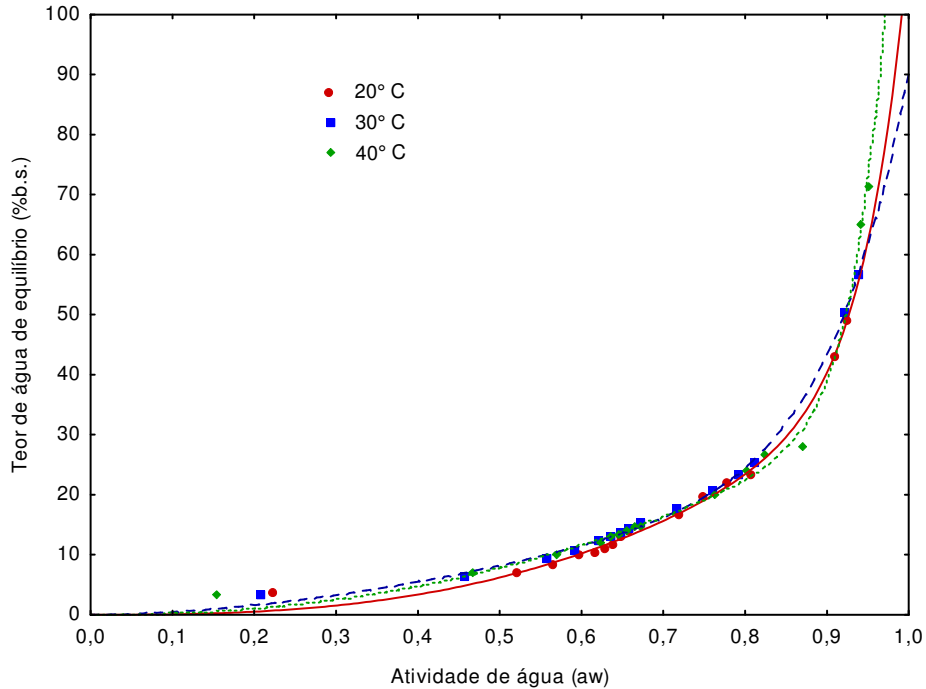
Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo (F1)	6	35,2776	5,8796	14,2568
Temperatura (F2)	1	1,4272	1,4272	3,4607ns
Interação (F1xF2)	6	13,4970	2,2495	5,4546**
Tratamentos	13	50,2018	3,8617	9,3638 **
Resíduo	112	46,1896	0,4124	
Total	125	96,3915		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

## **Apêndice D**



**Figura D.1** – Isoterma de adsorção de água a 20, 30 e 40 °C, da manga Haden em pó (Experimento 4 - 40% de maltodextrina; 190 °C) com ajuste pelo modelo de Oswin



**Figura D.2** – Isoterma de adsorção de água a 20, 30 e 40 °C, da manga Haden em pó (Experimento 4 - 40% de maltodextrina; 190 °C) com ajuste pelo modelo de Peleg