



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



**DISSERTAÇÃO**

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

**MODELAGEM DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)  
PASSA**

**DEISE SOUZA DE CASTRO**

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO/2015**

DEISE SOUZA DE CASTRO

**MODELAGEM DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)  
PASSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas.

**Orientadores:**

Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO/2015**



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



**DEISE SOUZA DE CASTRO**

***MODELAGEM DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)  
PASSA***

**BANCA EXAMINADORA**

**PARECER**

---

**Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva  
(Orientador UFCEG/CCT/UAF)**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes  
(Orientadora UFCEG/CTRN/UAEA)**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cleide Maria Diniz Pereira da Silva e Silva  
(Examinadora externa UFCEG/CCT/UAF)**

---

**Prof. Dr. Jossyl Amorim R. de Souza  
(Examinador externo UFCEG/CCT/UAF)**

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO/2015**

*Dedicatória*

*Aos meus pais Adhailton (in memoriam) e Nena;  
aos meus irmãos Denise e Júnior.*

## *Agradecimentos*

*“Louvai ao Senhor porque ele é bom; sua benignidade dura para sempre”*

Agradeço a Deus pela paciência, pela coragem e por me mostrar sempre o melhor caminho nas horas difíceis.

À minha mãe onde busco toda inspiração de coragem e determinação, aos meus irmãos Denise e Júnior, e aos meus avós Tico e Ticó, por acreditarem em mim e entenderem a minha ausência.

Ao meu noivo Wagner por todo amor e incentivo; obrigada pela confiança.

Aos meus orientadores Wilton e Josivanda que muito me ensinaram, não só como profissional, mas também como pessoa, obrigada pela orientação.

Aos meus colegas de orientação Juarez, Kalina, Alúzio e Juliana que foram o meu braço forte durante a realização dos experimentos; obrigada pelos dias sem almoço, noites de secagem, litros de solução preparados, quilos de goiaba cortada e todos os momentos de descontração.

Às minhas amigas Luzia, Nalva, Inácia e Gabi por todo apoio, incentivo, companheirismo e cumplicidade. Obrigada por fazerem parte da minha vida.

Aos colegas de mestrado Kiara, Raphaela, Anastácia, Rodrigo, Francilânia, Sonara, Jarderlany e Vanessa por todo aprendizado.

À Renata por toda troca de experiências e amizade.

À Dona Salomé pelos conselhos e abraços fortes de mãe.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pelos ensinamentos.

Aos companheiros de jornada: Débora Rafaelly, Flávio Gurjão e Taciano Pessoa pelo apoio e, é claro, pelos dias de diversão.

A todos os Cearenses: Elisabete Piancó, Danielle Martins, Dyalla Feitosa e Cícera Lisboa por tornarem os dias mais alegres.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INTRUDUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>2</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Goiaba.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Composição química e atributos de qualidade da goiaba.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Desidratação osmótica.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.1Agente desidratante.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2 Temperatura .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.3 Estrutura dos tecidos vegetais.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Secagem .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1 Tipos de secagem .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2 Cinética de secagem .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Produção e comércio de frutas passa .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Análise sensorial.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7 Trabalhos sobre desidratação osmótica.....</b>	<b>17</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Processamento .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.1 Matéria Prima .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1.1 Lavagem e sanitização dos frutos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1.2 Corte .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Agente desidratante .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Planejamento experimental .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Desidratação osmótica .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Secagem .....</b>	<b>27</b>

3.5 Determinações analíticas .....	28
3.5.1 Sólidos solúveis totais (SST) .....	28
3.5.2 pH .....	29
3.5.3 Acidez total titulável .....	29
3.5.4 Cinzas .....	29
3.5.5 Açúcares redutores e totais .....	29
3.5.6 Atividade de água.....	30
3.5.7 Cor.....	30
3.6 Modelos matemáticos .....	30
3.7 Análise microbiológica .....	32
3.8 Análise sensorial .....	32
3.9 Textura .....	32
3.10 Análise estatística .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1 Cinética de desidratação osmótica .....	35
4.1.1 Quantidade de água .....	35
4.1.2 Quantidade de sacarose .....	44
4.2 Secagem.....	51
4.3 Determinações analíticas.....	56
4.3.1 Goiaba <i>in natura</i> .....	56
4.3.2 Goiaba-passa.....	58
4.4 Análise microbiológica .....	66
4.5 Análise sensorial.....	67
4.6 Textura.....	74
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>78</b>
<b>6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>80</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>116</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 2.1</b>	Processo de desidratação osmótica-----	6
<b>Figura 2.2</b>	Esquema típico da cinética de secagem de um corpo-----	13
<b>Figura 2.3</b>	Esquema das taxas de perda de água ao longo do processo de secagem-----	15
<b>Figura 3.1</b>	Etapas do processamento e obtenção da goiaba-passa-----	20
<b>Figura 3.2</b>	Corte da goiaba -----	22
<b>Figura 3.3A</b>	Refratômetro portátil-----	23
<b>Figura 3.3B</b>	Medição da temperatura da Solução-----	23
<b>Figura 3.4</b>	Cestas identificadas para a desidrataç�o osm�tica-----	25
<b>Figura 3.5</b>	Textur�metro utilizado no experiment -----	33
<b>Figura 4.1A</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 40 �Brix e 30 �C ajustada ao modelo de Peleg-----	37
<b>Figura 4.1B</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 40 �Brix e 50 �C ajustada ao modelo de Peleg-----	37
<b>Figura 4.1C</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 60 �Brix e 30 �C ajustada ao modelo de Peleg-----	37
<b>Figura 4.1D</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 60 �Brix e 50 �C ajustada ao modelo de Peleg-----	37
<b>Figura 4.2A</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 50 �Brix e 40 �C (ponto central) ajustada ao modelo de Peleg-----	38
<b>Figura 4.2B</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 50 �Brix e 40 �C (ponto central) ajustada ao modelo de Peleg-----	38
<b>Figura 4.2C</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 50 �Brix e 40 �C (ponto central) ajustada ao modelo de Peleg -----	38
<b>Figura 4.2D</b>	Quantidade de �gua obtida nas condi�es de 40 �Brix e 50 �C ajustada ao modelo de Wang e Singh-----	38
<b>Figura 4.3</b>	Velocidade de perda de �gua durante desidrata�o osm�tica-----	39
<b>Figura 4.4</b>	Gr�fico de Pareto das vari�veis de influ�ncia da quantidade de �gua-----	41
<b>Figura 4.5</b>	Apar�ncia da goiaba ap�s desidrata�o osm�tica-----	42
<b>Figura 4.6</b>	Superf�cie de resposta para a quantidade de �gua-----	43
<b>Figura 4.7A</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condi�es de 40 �Brix e 30 �C ajustada ao modelo de Peleg-----	46



<b>Figura 4.7B</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 50 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	46
<b>Figura 4.7C</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 60 °Brix e 30 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	46
<b>Figura 4.7D</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 60 °Brix e 50 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	46
<b>Figura 4.8A</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 50 °Brix e 40 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	47
<b>Figura 4.8B</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 50 °Brix e 40 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	47
<b>Figura 4.8C</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 50 °Brix e 40 °C ajustada ao modelo de Peleg-----	47
<b>Figura 4.8D</b>	Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 50 °C ajustada ao modelo de Wang e Singh-----	47
<b>Figura 4.9</b>	Velocidade do ganho de sacarose durante a desidratação osmótica-----	48
<b>Figura 4.10</b>	Gráfico de Pareto das variáveis de influência da quantidade de sacarose-----	48
<b>Figura 4.11</b>	Superfície de resposta para a quantidade de sacarose-----	50
<b>Figura 4.12</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados da secagem de goiabas pré tratadas nas condições de 40 °Brix e 50 °C-----	55
<b>Figura 4.13</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados da secagem de goiabas <i>in natura</i> -----	55
<b>Figura 4.14</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a aparência de goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos---	69
<b>Figura 4.15</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para as cores de goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos-----	70
<b>Figura 4.16</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o odor das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos-----	71
<b>Figura 4.17</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a textura das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos-----	72
<b>Figura 4.18</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o sabor das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos-----	73
<b>Figura 4.19</b>	Perfil de atitudes atribuído aos diferentes tratamentos da goiaba-passa-----	74
<b>Figura 4.20</b>	Comportamento da resistência ao corte das goiabas passa-----	75
<b>Figura 4.21</b>	Comportamento da resistência a ruptura da fibra da goiaba-passa-----	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b>	Composição química da goiaba (porção de 100 g) segundo a TACO (2011)-----	5
<b>Tabela 3.1</b>	Classificação dos estádios de maturação de frutos de goiabas “Paluma”, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2012-----	21
<b>Tabela 3.2</b>	Níveis das variáveis do planejamento fatorial $2^2$ para desidratação osmótica da goiaba em solução de sacarose-----	23
<b>Tabela 3.3</b>	Matriz de planejamento fatorial $2^2$ com 3 repetições no ponto central para desidratação osmótica de goiaba em solução de sacarose -----	24
<b>Tabela 3.4</b>	Modelos empíricos para descrição da quantidade de água-----	30
<b>Tabela 3.5</b>	Modelos empíricos para descrição da quantidade de sacarose-----	31
<b>Tabela 3.6</b>	Modelos empíricos utilizados para o ajuste das curvas de secagem---	31
<b>Tabela 4.1</b>	Coefficientes obtidos no ajuste dos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, aos dados experimentais da quantidade de água durante a desidratação osmótica de pedaços de goiaba-----	35
<b>Tabela 4.2</b>	Análise de variância (ANOVA) para quantidade de água-----	42
<b>Tabela 4.3</b>	Coefficientes obtidos no ajuste dos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, aos dados experimentais da quantidade de sólido durante a desidratação osmótica de pedaços de goiaba-----	44
<b>Tabela 4.4</b>	Análise de variância (ANOVA) para quantidade de sacarose-----	49
<b>Tabela 4.5</b>	Parâmetros de ajuste dos modelos aos dados experimentais da secagem de goiabas pré tratadas osmoticamente secas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. -----	51
<b>Tabela 4.6</b>	Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da goiaba Paluma <i>in natura</i> -----	57
<b>Tabela 4.7</b>	Análise de variância das características físico-químicas de goiaba-passa-----	58
<b>Tabela 4.8</b>	Médias dos sólidos solúveis da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	59
<b>Tabela 4.9</b>	Médias de pH da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	60
<b>Tabela 4.10</b>	Médias da Acidez da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	61
<b>Tabela 4.11</b>	Médias do percentual de cinzas da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	62
<b>Tabela 4.12</b>	Médias da quantidade de açúcares redutores da goiaba submetida a	

	diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	63
<b>Tabela 4.13</b>	Médias da quantidade de açúcares totais da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	63
<b>Tabela 4.14</b>	Médias da atividade de água da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	64
<b>Tabela 4.15</b>	Médias dos parâmetros de cor da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar-----	65
<b>Tabela 4.16</b>	Resultado das análises microbiológicas de amostras de goiaba-passa	67
<b>Tabela 4.17</b>	Médias dos atributos sensoriais avaliados para cada tratamento osmótico seguido de secagem a 60 °C-----	68
<b>Tabela 4.18</b>	Valores médios de força máxima de resistência ao corte das goiabas passa-----	76
<b>Tabela 4.19</b>	Valores médios de força máxima de penetração da goiaba-passa-----	76

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

$a_w$	- Atividade de água	[-]
DO	- Desidratação osmótica	[-]
$y$	- Variável resposta proposta para quantidade de água e de sacarose	[-]
$\beta_n$	- Coeficiente de regressão proposto para quantidade de água e de sacarose	[-]
$x_n$	- Variáveis independentes propostas para quantidade de água e de sacarose	[-]
$\sigma$	- Quantidade de água inicial	[%]
$\delta$	- Valor de equilíbrio do ganho de sacarose	[%]
$m_{10}^t$	- Massa da amostra $n_{10}$ no tempo $t$	[g]
$m_{10}^0$	- Massa da amostra $n_{10}$ no tempo 0	[g]
$m_x^t$	- Massa da amostra $n_x$ no tempo $t$	[g]
$m_x^0$	- Massa de $n_x$ no tempo zero	[g]
$ms_{10}^t$	- Massa seca da amostra $n_{10}$ no tempo $t$	[g]
$ms_x^t$	- Massa seca da amostra $n_x$ no tempo $t$	[g]
$m_w^t$	- Massa de água da amostra $n_{10}$ no tempo $t$	[g]
$m_w^0$	- Massa de água no instante zero	[g]
$m_s^t$	- Massa de sacarose no tempo $t$	[g]
$ms_{10}^0$	- Massa seca da amostra $n_{10}$ no tempo zero	[g]
$X$	- Teor de água inicial	[-]
$m_{H_2O}$	- Massa de água	[g]
$m_s$	- Massa seca	[g]
$X^*$	- Razão de umidade	[-]
$X_e$	- Teor de água de equilíbrio	[%]
$X_o$	- Teor de água inicial	[%]
$\chi^2$	- Qui-quadrado	[-]
$X_{pre}^*$	- Razão de umidade predita	[-]
$X_{exp}^*$	- Razão de umidade experimental	[-]
$R^2$	- Coeficiente de determinação	[-]

## RESUMO

CASTRO, Deise Souza de. **Modelagem do processo de obtenção de goiaba (*Psidium guajava* L.) passa**. Dissertação, 139p. (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – PB, 2015.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) apresenta intenso metabolismo, e é limitada a curto período de comercialização *in natura*. O pré-tratamento de desidratação osmótica pode ser usado para reduzir parcialmente o teor de água inicial do fruto, resultando em um novo produto comercial. Neste trabalho objetivou-se estudar o processo de obtenção de goiaba passa em diferentes temperaturas de osmose e concentrações de sacarose. Utilizou-se goiabas da variedade Paluma (3,0 x 2,0 x 0,9 cm) desidratadas em xarope de sacarose nas concentrações de 40, 50 e 60 °Brix nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C. O processo foi complementado em secador de ar aquecido nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Os dados da perda de água e ganho de sacarose durante a desidratação osmótica, bem como os dados da cinética de secagem foram ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Page, Peleg e Silva et alii, utilizando-se o programa LAB Fit. As goiabas passa foram submetidas às análises físico-químicas: sólidos solúveis, pH, acidez, cinzas, açúcares redutores e totais,  $A_w$  e cor. O teste microbiológico foi realizado por meio da análise de coliformes e Salmonella, e os atributos sensoriais (cor, sabor, textura, aroma; e intenção de compra) analisados por 51 provadores não treinados. Realizou-se análise instrumental de textura com equipamento TAXT plus por meio dos testes de ruptura da fibra e resistência ao corte com as amostras mais aceitas no teste sensorial. Os resultados da desidratação osmótica indicam o modelo de Peleg como satisfatório para predizer o fenômeno de transferência de massa. Dentre as variáveis utilizadas, a concentração da solução osmótica exerceu influência significativa sobre a quantidade de água e quantidade de sacarose, porém a temperatura não apresentou influência significativa. A análise de variância aplicada, classifica os modelos lineares para descrição da quantidade de água e de sacarose, como representativo ( $P \leq 0,05$ ) do fenômeno durante a desidratação osmótica capaz de predizer 90% da variação dos dados observados. A descrição da cinética de secagem foi melhor representada pelo modelo de Page com valores de  $R^2$  superiores a 0,9959. A análise de variância dos dados físico-químicos da goiaba-passa demonstram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) em todos os parâmetros avaliados, com considerável aumento de açúcares redutores e totais a partir da elevação da concentração e temperatura de desidratação osmótica. O teste microbiológico satisfaz o padrão microbiológico vigente, não sendo capaz de oferecer risco à saúde do consumidor. As amostras mais aceitas segundo a análise sensorial, foram as obtidas na concentração de 40 °Brix sob as temperaturas de desidratação de 30 e 50 °C seguida de secagem à 60 °C, e a de melhor textura a desidratada osmoticamente na condição 40 °Brix e 50 °C seguida de secagem complementar à 60 °C.

**Palavras-chave:** desidratação osmótica, transferência de massa, modelos empíricos, aceitação sensorial.

## ABSTRACT

CASTRO, Deise Souza de. **Modelagem do processo de obtenção de goiaba (*Psidium guajava* L.) passa**. Dissertação, 139p. (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – PB, 2015.

Guava (*Psidium guajava* L.) presents intense metabolism, and is limited to short period of marketing fresh. Pretreatment osmotic dehydration can be used to partially reduce the initial moisture content of the fruit, resulting in a new commercial product. This work aimed to study the process of obtaining guava passes at different temperatures of osmosis and sucrose concentrations. Was used guava variety Paluma (3.0 x 2.0 x 0.9 cm) dehydrated in sucrose syrup in concentrations of 40, 50 and 60° Brix in temperatures of 30, 40 and 50 °C. The process was complemented in heated air dryer at temperatures of 50, 60 and 70 °C. The water loss and gain data of sucrose for osmotic dehydration and the drying kinetics data were fitted to Lewis model, Henderson and Pabis, Page, Peleg e Silva et alii, using the LAB Fit program. Guavas passes were submitted to physical and chemical analyzes: soluble solids, pH, acidity, ash, reducing and total sugars, Aw and color. The microbiological test was performed by coliform and Salmonella analysis, and sensory attributes (color, flavor, texture, aroma, and purchase intent) analyzed by 51 untrained tasters. Instrumental analysis of texture with TAXT plus equipment were held through fiber rupture tests and shear strength with samples more accepted in the sensory test. The results indicate osmotic dehydration Peleg model as suitable for predicting the mass transfer phenomenon. Among the variables used, the osmotic solution concentration exerted a significant influence on the amount of water and amount of sucrose, but the temperature had no significant influence. The variance analysis applied classified linear models to describe the amount of water and sucrose to active ( $P \leq 0.05$ ) during osmotic dehydration phenomenon can predict 90% of the variation observed data. The description of the drying kinetics was best represented by the Page model with  $R^2$  values of over 0.9959. The variance analysis of physicochemical data Guava shall show a significant difference ( $p \leq 0.01$ ) in all parameters, with considerable increase in total and reducing sugars from the increase in concentration and osmotic dehydration temperature. The microbiological test satisfied the current microbiological standard, not being able to present a risk to consumer health. The samples according to commonly accepted sensory analysis were obtained at a concentration of 40 °Brix in dehydration temperatures of 30 to 50 °C followed by drying at 60 °C, and better texture of the osmotically dehydrated condition and 40 °Brix 50 °C followed by further drying at 60 °C.

**Keywords:** osmotic dehydration, mass transfer, empirical models, sensory acceptance.

## INTRODUÇÃO

Considerada fruto climatérico, a goiaba (*Psidium guajava* L.) apresenta intenso metabolismo com aumento da respiração e produção de etileno durante o amadurecimento, sendo essa característica responsável pela alta perecibilidade apresentada pelo fruto (ALI e LAZAN, 2001; QUEIROZ et al., 2010), a qual o limita a curto período de comercialização *in natura*.

Dentre os processos que visam a conservação e prolongamento da disponibilidade do fruto para consumo, os processos de secagem vêm sendo utilizados com a finalidade de diminuir a perecibilidade, preservando as características naturais dos produtos.

A desidratação osmótica é um relevante método de secagem capaz de diminuir o teor de água, por meio da imersão dos frutos em solução concentrada contendo um ou mais solutos, resultando em uma liberação significativa de água do produto para o meio circundante (SOURAKI et al., 2013; CATALDO et al., 2011). Trata-se de um método econômico capaz de diminuir custos operacionais ocasionados pela secagem convencional, porém não é capaz de diminuir o teor de água a níveis considerados seguros as alterações microbiológicas e bioquímicas, passando a ser comumente empregado como pré-tratamento para secagens posteriores (AL-HARAHSEH et al., 2009; CORRÊA et al., 2010).

A combinação de métodos de secagem na desidratação de frutos vem sendo aplicada pelo uso de pré-tratamentos que visam a redução do consumo de energia. De acordo com Silva et al. (2011c) os pré-tratamentos podem ser utilizados tanto para reduzir o teor de água inicial do fruto, quanto para modificar a estrutura do tecido de frutas, de maneira a tornar a secagem mais rápida.

A importância dos processos de secagem no setor agrícola está fundamentada na qualidade ofertada, após o tempo de armazenamento dos alimentos. Após a colheita, os frutos estão disponíveis por poucos dias para consumo *in natura*, assim os recursos da desidratação osmótica e secagem são responsáveis pelo prolongamento de sua vida útil. Em casos específicos de algumas frutas, o mecanismo de secagem resulta nas passas, que agregam valores ao produto e são muito apreciadas em praticamente todo o mundo.

As principais vantagens da desidratação osmótica sobre os processos tradicionais de secagem são: inibição do escurecimento enzimático e oxidativo, o que é impedido pelo envolvimento dos pedaços de frutas sob o agente osmótico; retenção da cor natural sem a utilização de sulfitos ou dióxidos de enxofre devido à remoção de água em baixas

temperaturas; maior retenção do sabor ao utilizar xarope de açúcar como agente osmótico; remoção de ácidos e absorção de açúcar, proporcionando sabor mais doce do que o produto convencionalmente seco; remoção da carga de água a ser removida pela secagem convencional; menor consumo de energia, por não envolver mudança de fase do produto; aumento da captação de sólidos resultando no aumento da densidade sólida, ajudando na obtenção de um produto de melhor qualidade na secagem; aumento da vida de armazenamento do produto. As variáveis mais importantes que tem influência no processo de desidratação osmótica são: natureza do alimento, contato de fases (agitação, tamanho e forma do alimento), temperatura, tempo de imersão, concentração do soluto na solução, peso molecular do soluto, relação entre a massa de solução osmótica e de alimento, pressão, pH da solução (MAEDA e LORETO, 1998; YADAV e SINGH, 2014).

A elaboração de passas de goiaba a partir da aplicação da desidratação osmótica seguida de secagem, mostra-se como alternativa para o aproveitamento agroindustrial dos frutos em seu estágio de maturação avançado, promovendo um prolongamento da vida de prateleira e a agregação de valor comercial.

Vários estudos sobre o processo de desidratação osmótica da goiaba foram realizados; Corrêa et al. (2010) estudaram a cinética de transferência de massa pulsadas a vácuo de goiabas; Pessoa et al. (2011) estudaram a desidratação osmótica seguida de secagem de goiaba para obtenção de passas; Oliveira et al. (2014) estudaram as características físico-químicas de goiaba “Paluma” submetida a desidratação osmótica. Porém, o comportamento sobre a transferência de massa durante o processo tem-se limitado apenas ao uso de uma única temperatura de osmose. Pesquisas comparativas entre as temperaturas de osmose no processo da desidratação osmótica, sobre o comportamento da transferência de massa na produção de frutas passa faz-se necessário.

### **1.1 Objetivo Geral**

- Estudar o processo de obtenção de goiaba (*Psidium guajava*. L.) passa.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar as características físico-químicas (sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, cinzas, açúcares redutores, açúcares totais, atividade de água e cor) da goiaba antes e após a desidratação osmótica seguida de secagem;



- Determinar as melhores condições para desidratação osmótica;
- Descrever os processos de transferência de massa por meio de modelos matemáticos;
- Verificar as influências das variáveis de entrada (temperatura de osmose e concentração de sacarose) sobre o estudo da desidratação osmótica da goiaba;
- Verificar as respostas: quantidade de água, quantidade de sacarose para diferentes temperaturas e concentrações do meio osmótico;
- Descrever a cinética de secagem convectiva complementar do produto;
- Analisar a aceitação dos parâmetros sensoriais (aroma, cor, sabor, aparência) e a intenção de compra das amostras de goiaba desidratadas osmoticamente seguidas de secagem convectiva;
- Realizar testes de avaliação instrumental de textura com as amostras mais aceitas na análise sensorial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Goiaba

A goiaba (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae e é originária da América Tropical, sendo cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão. Os frutos apresentam excelentes condições para exploração em escala comercial, pois atingem bons preços no mercado além de serem muito apreciadas pelas suas características organolépticas e nutricionais, sendo boa fonte de vitamina C, açúcares, fibras, licopeno e minerais (PINTO et al., 2010).

Dentre as frutas tropicais brasileiras, a goiaba ocupa lugar de destaque, classificando o Brasil como o maior produtor de goiaba do mundo, especialmente de goiabas vermelhas, com uma taxa de exportação em torno de 223593 kg de goiaba para o mercado de frutas frescas. (NASCIMENTO et al., 2010; FRANCISCO et al., 2010). Segundo o IBGE (2013) a produção nacional de goiaba em 2013 foi de 349615 toneladas com aumento de 1,2% na produção em relação ao ano de 2012 ficando o estado da Paraíba responsável pela produção de 2426 toneladas.

Apesar de grande produtor, o Brasil é exportador inexpressivo de goiaba *in natura*, o que é atribuído ao intenso metabolismo durante o amadurecimento do fruto, que senesce rapidamente, impedindo o armazenamento por períodos prolongados. A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade dos frutos e ao aumento da vida útil pós-colheita, sendo necessária a aplicação de técnicas que prolonguem a qualidade, resultando em alto custo operacional (SIQUEIRA et al., 2014).

### 2.2 Composição química e atributos de qualidade da goiaba

A goiaba (*Psidium guajava* L.) tem sua importância comercial devido ao seu sabor e aroma. Nutricionalmente é considerada uma das frutas mais completas, rica em vitaminas A, C, E, e vitaminas do complexo B, além de possuir fibras, zinco, niacina, licopeno, fósforo, manganês, cálcio ferro e ácido fólico (CHOUDHURY, 2001). As proporções relativas de sua composição química mudam de acordo com a cultivar e as condições ambientais tais como o clima e o solo (SOARES et al., 2007).

Os atributos de qualidade dos frutos são reflexos das transformações físicas, químicas e biológicas que resultam em modificações do sabor e aroma (síntese e/ou degradação de ácidos orgânicos, polimerização de fenólicos, síntese de compostos voláteis), síntese protéica

(enzimas), conversão do amido em açúcar, modificação na permeabilidade das membranas celulares (perda de firmeza, modificação da textura, solubilização de pectinas e hidrólise de polissacarídeos estruturais da parede celular); aumento na respiração, síntese de etileno e modificação na pigmentação (degradação da clorofila, com aparecimentos de pigmentos pré-existentes, síntese de carotenóides e flavonóides) (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As características apresentadas pelo fruto influenciam o processo de industrialização. Para a indústria, a coloração da polpa deve ser de preferência, vermelha, com elevada acidez, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico e pectina (PEREIRA e MARTINEZ JUNIOR, 1986). Percebe-se diferença de quantidades de nutrientes presentes nas goiabas vermelhas, quando comparada com as brancas (PESSOA et al., 2011). A composição química da goiaba vermelha, apresentando a quantidade dos constituintes presentes no fruto, pode ser observada na Tabela 2.1.

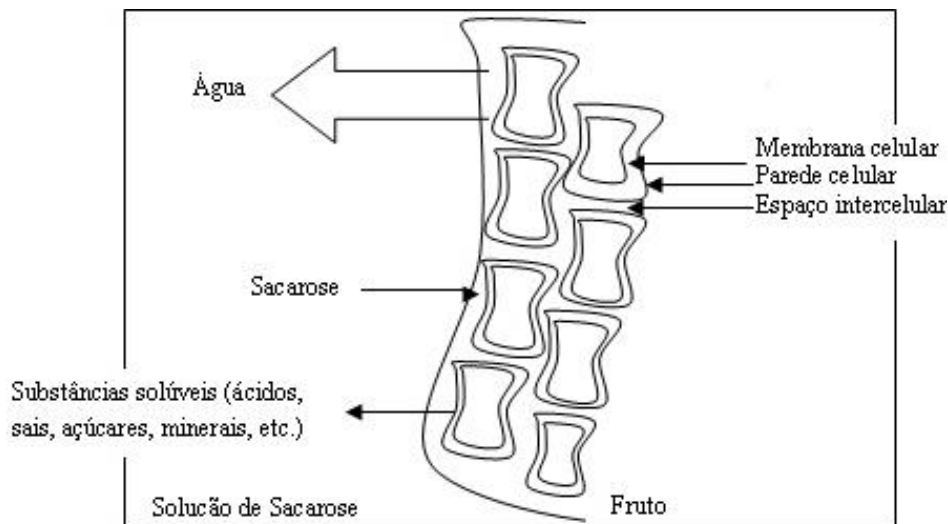
**Tabela 2.1** – Composição química da goiaba (porção de 100 g) segundo TACO (2011)

Constituinte	Quantidade
Umidade	85%
Proteína	1,1 g
Lipídeos	0,4%
Carboidratos	13 g
Fibra alimentar	6,2 g
Cálcio	4 mg
Magnésio	7 mg
Manganês	0,09 mg
Fósforo	15 mg
Ferro	0,2 mg
Potássio	198 mg
Cobre	0,04 mg
Zinco	0,1 mg

### 2.3 Desidratação osmótica

A desidratação osmótica (DO) é um dos processos mais comuns utilizados para melhorar a estabilidade dos alimentos. Aplicando o princípio da osmose como técnica de retirada de água e gerando alimentos com atividade de água ( $a_w$ ) intermediária, o processo da DO ocorre por diferença de concentração entre o agente osmótico e a fruta, imersa em solução de um ou

mais solutos com atividade de água menor que o alimento. A diferença no potencial químico da água, entre o alimento e o meio osmótico é a força motriz para a desidratação. Desse modo, durante o processo ocorrem dois fluxos simultâneos em contra corrente, através das paredes celulares: um da água que sai da fruta para a solução – o mais importante do ponto de vista da desidratação – e o outro de soluto, da solução para o alimento (MAYOR e SERENO, 2004; MERCALI et al., 2010a; VASCONCELOS et al., 2012).



**Figura 2.1** - Processo de desidratação osmótica. Adaptada de Fioreze (2004)

Em geral, o objetivo da desidratação osmótica é maximizar a perda de água e, ao mesmo tempo, minimizar o ganho de soluto por parte do sólido. Contudo, a desidratação osmótica geralmente não é capaz de abaixar a atividade de água a níveis que dispensem técnicas adicionais para conservação de alimentos (BORIN et al., 2008); este processo pode ser utilizado como tratamento preliminar para outras técnicas de desidratação e visa melhorar a qualidade do produto final, como a estabilidade na cor, maior retenção de vitaminas, melhor qualidade na textura, redução do consumo de energia e possibilita a formulação de novos produtos (CARVALHO, 2011).

O processo de desidratação osmótica tem sido muitas vezes utilizado para o desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas e legumes, devido o processo ocasionar pequenas alterações nas propriedades sensoriais e nutricionais quando comparado ao produto fresco (CORRÊA et al., 2010)

Segundo Carvalho (2011) a desidratação osmótica é geralmente realizada à pressão atmosférica e em temperaturas entre 20 e 50 °C. Altas temperaturas diminuem a viscosidade da solução desidratante e favorecem a transferência de massa, elevando o coeficiente de

difusividade da água. No entanto, provoca a perda da permeabilidade seletiva da membrana celular e ocasiona uma maior impregnação do soluto no produto, o que em alguns casos não é desejável. Assim, a temperatura ótima de processo depende da estrutura do tecido celular da fruta e das posteriores etapas de conservação. Sendo assim, temperaturas acima de 50 °C devem ser evitadas em alguns alimentos.

Segundo Raoult–Wack et al. (1994) durante o processo de desidratação por osmose observa-se três tipos básicos de transferência de massa, observando simultaneamente:

- Saída de água do produto para solução hipertônica;
- Saída de soluto da solução para o produto; sendo assim possível introduzir uma quantidade desejada de princípio ativo, agente conservante ou qualquer outro soluto de interesse capaz de promover mudanças desejadas no produto final;
- Saída de alguns solutos do próprio produto (açúcares, ácidos orgânicos, sais minerais e vitaminas). Embora seja em quantidades desprezíveis quando comparados aos dois itens anteriormente citados, exerce uma importante influência sobre a composição final do produto.

A seleção do agente apropriado para estabilização de um alimento de umidade intermediária envolve considerações sobre sua capacidade de baixar a atividade de água, textura, custo e segurança, entre outros fatores (OSORIO et al., 2007; ANTONIO et al., 2008).

A eficiência do processo osmótico é determinada pela razão entre a perda de umidade e a incorporação de sólidos, ou seja, quanto maior a perda de água e menor incorporação de sólidos, melhor o produto obtido. Assim a taxa de transferência de massa é, macroscopicamente, dependente de fatores de permeabilidade do tecido do alimento, agente osmótico utilizado, concentração deste agente, temperatura da solução, agitação do sistema, tempo de imersão do fruto no alimento, geometria do fruto a ser desidratado, relação entre fruto e solução e pressão do sistema (VASCONCELOS et al., 2012).

A criação de co-produtos sem geração de resíduos tem sido a grande limitação do processo de desidratação osmótica. A solução osmótica, se não reutilizada, gera um grande volume de efluente que precisa ser descartado dentro das leis ambientais sem prejudicar o meio ambiente. Moraga et al. (2011) estudaram o efeito da reutilização da solução osmótica durante a desidratação osmótica de grapefruit; neste estudo as soluções osmóticas foram reutilizadas durante cinco ciclos de desidratação com e sem pasteurização, revelando que a solução poderia ser reutilizada até cinco vezes sem qualquer tratamento de reconcentração

sendo aconselhável a pasteurização da solução a cada ciclo, para obtenção do produto com prazo de validade entre 7 e 12 dias sob refrigeração.

Outra possível alternativa para aproveitar essa solução, é reutilizá-la para utilização de aguardentes e licores, através de processos de fermentação e destilação. O fermentado pode ser por sua vez, fermentado aceticamente para produção de vinagres finos com sabores e aroma de frutas. Outra possibilidade é o reaproveitamento da calda para produção de frutas em calda (GOMES et al., 2007).

Durante o tratamento osmótico, a transferência de massa, ocorre a partir de membranas celulares, semipermeáveis que oferecem a resistência dominante à transferência de massa em materiais biológicos (TOUPIN e LE MAGUER, 1989). Durante todo o processo, a difusividade da água através do material biológico é considerada uma constante, pois as mudanças no estado da membrana celular não são consideradas na maioria dos estudos realizados. No entanto o estado da membrana celular pode mudar de permeabilidade parcial, para permeabilidade total, ocasionando mudanças significativas na estrutura do tecido. Admite-se que, durante o processo, uma camada superficial de 2-3 mm de profundidade se forme no produto, e esta camada tem uma grande influência sobre a transferência de massa, favorecendo a perda de água, limitando a deposição de soluto e reduzindo as perdas de solutos solúveis (RASTOGI et al., 2000; RASTAGI et al., 2002).

O design e a otimização do processo de desidratação osmótica é realizado por meio da modelagem matemática, que relacionam as variáveis de resposta, com os fatores do processo. A metodologia de superfície de resposta (RSM - Response Surface Methodology) é uma ferramenta eficaz para otimizar uma variedade de processos da indústria alimentícia, incluindo processos de desidratação osmótica. A vantagem da RSM é a redução do número de repetições experimentais melhorando a qualidade da informação obtida através dos resultados (RODRIGUES e IEMMA, 2009).

### **2.3.1 Agente desidratante**

O tipo de soluto utilizado afeta fortemente a cinética de perda de água, ganho de sólidos e a umidade de equilíbrio. O aumento da massa molecular dos solutos favorece a perda de água, com baixa incorporação de sólidos, favorecendo a perda de peso e levando a um material mais desidratado do que impregnado (TORREGGIANI, 1993; EL-AOUAR et al., 2006; FONTES et al., 2012).

Para que um soluto possa ser utilizado como agente osmótico, as principais exigências são as seguintes: apresentar alta solubilidade em água, baixo custo, efeito positivo sobre as propriedades sensoriais e a estabilidade final do produto (LENART, 1996).

Pesquisas realizadas (FERRANDO e SPIESS, 2001; SILVA et al., 2011b) relatam a sacarose como o agente desidratante mais adequado para frutas, em virtude da sua eficiência, conveniência e por proporcionar uma conservação do aroma, estabilidade de pigmentos e diminuição do escurecimento enzimático. Se compararmos economicamente com outros tipos de açúcares utilizados como agentes desidratante, a sacarose destaca-se por apresentar um baixo custo.

A utilização de soluções osmóticas concentradas pode reduzir as perdas de soluto hidrossolúveis, como é o caso do ácido ascórbico, mediante formação de uma camada periférica concentrada em soluto, prevenindo o arraste dos mesmos (EL-AOUAR et al., 2006).

### **2.3.2 Temperatura**

A temperatura do processo de desidratação osmótica constitui um parâmetro bastante importante no tempo de desidratação. A uma temperatura de 20 °C, por exemplo, a transferência de massa ocorre mais intensamente nas primeiras 2-4 horas de processo, dependendo do tipo de agente osmótico e das características da matéria prima. Entretanto, considerando uma faixa de temperatura de 70-90 °C, o tempo de desidratação não excede 15 minutos. Assim observamos que a taxa de transferência de massa aumenta consideravelmente com o aumento da temperatura (LENART, 1996).

Segundo Beristain et al. (1990) a temperatura da solução osmótica influencia decisivamente a taxa de desidratação e as propriedades do produto final. Valores entre 20 e 50 °C são considerados ótimos para o processo de transferência de massa e têm sido os mais frequentemente citados nos trabalhos sobre este tema. O emprego e valores acima desta faixa causam perda de componentes nutricionais, mudanças de cor e deterioração de membranas celulares.

### **2.3.3 Estrutura dos tecidos vegetais**

A permeabilidade dos tecidos vegetais é capaz de interferir no processo da desidratação osmótica; a mesma pode ser afetada pela composição química de cada produto -

proteínas, carboidratos, gordura e sal - e estrutura física - porosidade, arranjo de células, orientação das fibras (TORTOE, 2010).

De acordo com Sanjinez-Argandoña e Hubinger (2004) o ganho de sólidos depende da propriedade do tecido vegetal e das mudanças que este sofre devido ao pré-tratamento osmótico. A saída da água dos tecidos favorece uma maior interação entre os outros constituintes do produto, como consequência, ocorre alterações físico-químicas e na conformação espacial, induzindo desarranjos estruturais e/ou encolhimento dos tecidos (NIETO et al., 2013).

## **2.4 Secagem**

A conservação de produtos agrícolas por meio de técnicas de secagem que consiste na remoção de grande parte da água presente no produto é, provavelmente, o método mais antigo utilizado. O baixo teor de água dos produtos biológicos tem a capacidade de reduzir sua atividade fisiológica, microbiológica, reações enzimáticas e não enzimáticas além de produzir uma redução de volume, diminuindo custos com embalagem armazenamento e transporte, aumentando sua disponibilidade para consumo e agregando valor aos produtos; podendo ser armazenado em condições ambientais durante grandes períodos sem perdas das propriedades nutricionais e organolépticas: sabor e aroma (FIOREZE, 2004; MACHADO et al., 2012; VASCONCELOS et al., 2012).

A evaporação da água dos produtos durante a secagem ocorre na superfície do material quando a água é transportada do interior do sólido. Os mecanismos mais importantes deste transporte são: difusão líquida, difusão de vapor, e fluxo de líquido e de vapor. O conhecimento do teor de água inicial e final do material, da relação da água com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até a sua superfície possibilitam fundamentar o fenômeno da secagem (SANTOS, 2011).

Durante muito tempo a principal técnica de secagem na agricultura era deixar o produto no campo sob a ação do sol e do vento, para perder parte da sua umidade. Com os avanços tecnológicos diversos são os métodos de secagem, mas a escolha vai ser determinada pela natureza do alimento, pela forma e qualidade que se deseja dar ao produto processado, pelo valor econômico e pelas condições de operação (FERNANDES et al., 2006).

No momento atual percebe-se um fortalecimento da secagem de produtos agropecuários devido a retomada da discussão da qualidade de vida, que insere a importância de alimentos saudáveis, mas com as limitações do tempo imposto pela vida moderna. Outro



fator importante, é a demanda das indústrias que produzem alimentos chamados de instantâneos (prontos e semi-prontos) que utilizam alimentos secos como matéria prima. A facilidade de manuseio e armazenagem a partir da redução de volume, e a melhor conservação dos produtos secos também são importantes fatores no mundo globalizado (GAVA et al., 2008).

Os produtos resultantes da desidratação são classificados como: secos e desidratados. O alimento seco é o produto obtido pela perda parcial da água do fruto ou vegetal maduro inteiro ou em pedaços, sendo atingido um teor de umidade final que varia de 15 a 25%. Os alimentos desidratados, de modo geral, são obtidos pela perda quase total da água, sendo o teor de umidade do produto final de, no máximo, 3% (TRAVAGLINI et al., 1999).

O processo de secagem é uma operação que envolve, simultaneamente, transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que pode ser realizado por convecção, ou condução, e a taxa de remoção de água é determinada pela taxa na qual calor e massa possam ser transferidos (ORDÓNEZ, 2005).

O transporte de massa ocorrido durante o processo de secagem pode ser realizado por dois mecanismos: difusão e convecção. A convecção é o mecanismo de transferência de massa através de um fluido em movimento. A convecção forçada é originada por ação de agentes externos (bombas, ventiladores, centrífugas ou ventoinhas). A convecção livre é originada quando uma força de expurgo atua sobre um fluido que possui gradiente de massa específica. O efeito líquido é a força de empuxo que induz correntes de convecção livre. A difusão é um processo de transporte que se dá em nível molecular, no qual há o movimento aleatório das moléculas devido a diferença de potencial químico entre as espécies. Esses movimentos aleatórios fazem com que, do ponto de vista macroscópico, seja transportado soluto das zonas de concentrações mais elevadas para as zonas de concentrações mais baixas (MERCALI, 2009; PARK et al., 2014).

Diversos são os métodos de secagem, mas a escolha vai ser determinada pela natureza do alimento, pela forma e qualidade que se deseja dar ao produto processado, pelo valor econômico e pelas condições de operações (FERNANDES et al., 2006).

#### **2.4.1 Tipos de secagem**

As técnicas empregadas nos processos de secagem podem ocorrer de diversas formas. Segundo Pessoa et al. (2011), a secagem natural que ocorre em função de fatores climáticos é um processo muito utilizado em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, em que a

população rural é formada por pequenos agricultores; já quando se fala de secagem artificial, pode-se dividi-la em quatro grandes grupos.

Secagem com ar quente: o ar ambiente é aquecido, direta ou indiretamente, e então passa pelo produto; este ar cede energia ao produto, o que acarreta a vaporização da água, que é retirada pelo fluxo de ar.

Secador em contato com uma superfície quente: neste caso, a energia passa da superfície quente ao produto, por condução, secando-o, e o vapor de água sai do secador em virtude da diferença de densidade.

Secagem a vácuo: certos produtos não podem ter sua temperatura muito elevada, principalmente para evitar a degradação das vitaminas. Assim tais produtos necessitam secar em baixas temperaturas, o que se consegue em ambientes de baixa pressão, obtidos em estufas a vácuo.

Secagem a frio (liofilização): nesse processo, a água no interior do produto é congelada e então a pressão do sistema é reduzida. A água passa diretamente do estado sólido para vapor (sublimação), surgindo pequenos túneis, ou capilares vazios, mantendo o formato do produto *in natura* (FIOREZE, 2004).

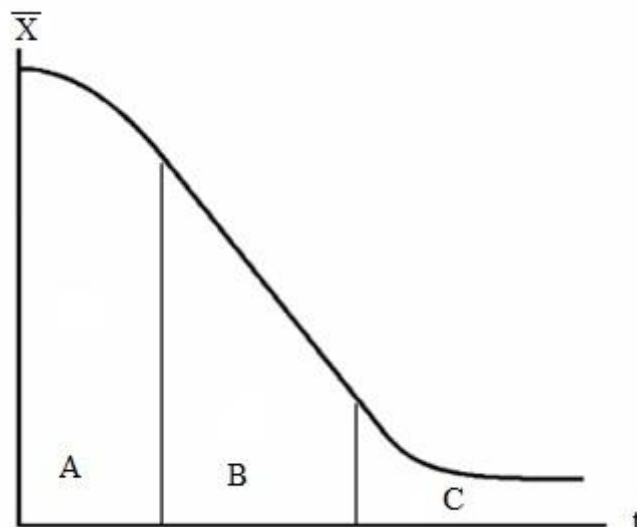
A técnica de desidratação mais empregada na produção de frutas secas é a secagem por ar quente, que consiste em expor o fruto a uma corrente de ar quente. Durante o tratamento ocorrem os processos simultâneos de transferência de calor e massa. Os fatores que governam a velocidade desses fenômenos de transferência determinam a taxa de secagem, tais como pressões de vapor d'água do ar e no material, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão da água no material, espessura e superfície exposta (SANJINEZ-ARGANDOÑA et al., 2004).

#### **2.4.2 Cinética de secagem**

Estudos referentes ao fenômeno de transferência de calor e massa durante o processo de secagem são continuamente estudados. Condições externas do ar sobre o processo são considerados por alguns autores, enquanto outros consideram as condições internas do produto, com ênfase aos mecanismos de movimento de umidade e seus efeitos sobre o mesmo. Em razão de sua grande importância, propõem-se vários modelos matemáticos com o objetivo de descrever a redução de umidade durante a secagem de sólidos. Contudo, são escassos os trabalhos que incorporam os fenômenos simultâneos de transporte de calor e massa, em uma abordagem concentrada (LIMA et al., 2003; MARQUES et al., 2007).

Informações sobre o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente desidratante, normalmente o ar atmosférico, é obtido pela análise da cinética de secagem; o que é fundamental para o projeto e simulação de secadores (BROOKER et al., 1974).

Embora cada tipo de produto apresente características próprias referentes à sua cinética de secagem, de uma maneira geral, o comportamento do teor de água do produto pode ser observado ao longo do tempo. A evolução da transferência de calor e massa no decorrer da operação de secagem faz com que esta seja dividida em três períodos, os quais estão identificados na Figura 2.2: período inicial ou de taxa crescente (A), período de taxa constante (B), e período em taxa decrescente de secagem (C) (MOINÁR, 1995; SILVA, 2010).



**Figura 2.2** - Esquema típico da cinética de secagem de um corpo. Fonte: Silva (2010)

A curva apresentada na Figura 2.2 representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem. O primeiro período (A) representa o início do processo, nele ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (PARK et al., 2001).

Produtos biológicos com teor de água inicial acima de 70 a 75%, base úmida, no início do processo de secagem, apresentam a superfície coberta por uma película de água, situação em que a taxa de secagem (perda de umidade em função do tempo) é função de três parâmetros externos do ar de secagem: velocidade, temperatura e umidade. Se as condições do ar de secagem são fixas, a taxa de secagem será constante (FIOREZE, 2004).

De acordo com Silva (2010) e Park et al. (2007) no período (A), o calor que é transferido pelo ar de secagem tanto aquece o corpo como vaporiza a água que recobre a sua superfície. À medida que o tempo passa, a temperatura do corpo atinge a temperatura de bulbo úmido do ar de secagem. Então, inicia-se a fase (B), caracterizada como taxa constante da secagem, onde todo o conteúdo de água livre presente é evaporado. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante (PARK et al., 2001).

De acordo com Almeida et al. (2006), a taxa constante de secagem pode ser observada nos produtos nos quais a resistência interna ao transporte de água é muito menor que a resistência externa à remoção na superfície do produto para o ambiente. Durante esta fase, a superfície sólida atinge rapidamente a temperatura de bulbo molhado do ar e, permanece constante com esse valor, enquanto existir a película de água na superfície.

Quando a quantidade de água transferida do interior do produto não é mais suficiente para recobrir toda a superfície do corpo, inicia-se a fase (C), caracterizado pela taxa de secagem decrescente, que é acompanhada de um novo aumento da temperatura do corpo, até atingir a temperatura de bulbo seco do ar. Nesta fase, a transferência de calor não é compensada pela transferência de massa, o fator limitante é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto, provocando um aumento na temperatura do produto que atinge a temperatura do ar de secagem. Esta fase termina quando o corpo atinge o teor de umidade de equilíbrio. O período (C) é quase sempre o único observado para a secagem de produtos agrícolas e alimentícios (PARK et al., 2001; SILVA, 2010).

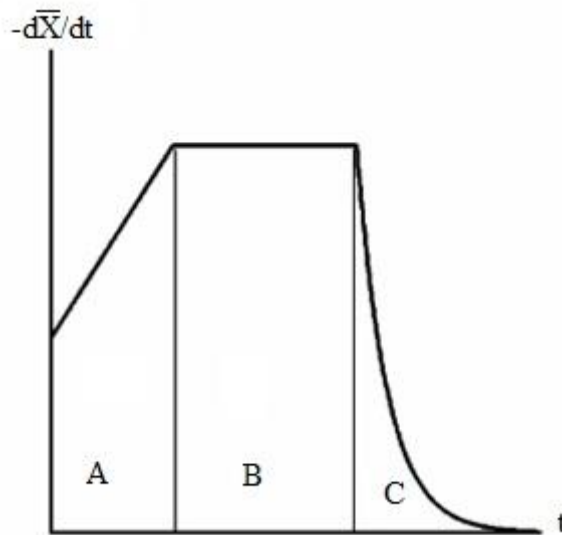
O período de secagem em taxa decrescente é, às vezes, dividido em dois ou três outros períodos; entretanto, para os produtos agrícolas e alimentar, é bem difícil indicar com clareza as divisões nas curvas experimentais de secagem.

Para Park et al. (2001), o fenômeno da secagem não pode ser generalizado para materiais biológicos pois possuem características próprias e propriedades que podem sofrer importantes alterações durante a secagem. As características específicas de cada produto associadas às propriedades do ar de secagem e ao meio de transferência de calor adotado, determinam diversas condições de secagem, porém a transferência de calor e de massa entre o ar de secagem e o produto é fenômeno comum a qualquer condição de secagem.

Produtos biológicos submetidos ao processo de secagem podem não apresentar todas as etapas, podendo a secagem ocorrer em uma única fase. De acordo com Silva (2010) a secagem em uma única fase, pode ser observada na secagem de produtos agrícolas.

O objetivo da análise da secagem é o acompanhamento da variação da razão de umidade sempre relacionado à predição do tempo de secagem. A partir das limitações do processo para um determinado produto pode-se avaliar, projetar e/ou otimizar o processo de secagem permitindo a avaliação do tempo de secagem (RESENDE et al., 2010).

Na literatura, vários são os modelos matemáticos utilizados para descrever e estimar as curvas de secagem de produtos agrícolas (AMARAL et al., 2011). A Figura 2.3 mostra o gráfico da taxa de perda de água em função do tempo.



**Figura 2.3** - Esquema das taxas de perda de água ao longo do processo de secagem. Fonte: Silva (2010)

Segundo Fernandes et al. (2006) a modelagem matemática é um dos mais importantes aspectos da tecnologia de secagem, especialmente para processos industriais e projeção de equipamentos; a partir da modelagem é possível escolher o método mais apropriado de secar o produto, assim como escolher as condições mais apropriadas para a secagem.

## 2.5 Produção e comércio de frutas passa

A busca por alimentos prontos para consumo têm-se tornado um hábito comum, devido à falta de tempo imposta por um cotidiano mais agitado. Segundo Kochanski et al. (2009) a distância entre o local de trabalho e o domicílio, e a maior inserção da mulher no mercado de trabalho são fatores que levam os consumidores a buscarem praticidade nas formas de alimentação.

O consumo de frutas passa é uma tendência crescente, visto que a preocupação com os hábitos alimentares é uma preocupação comum à população mundial. As frutas passa também

apresentam uma boa aceitação quando incorporadas em novos produtos como sorvetes, barras de cereais e doces.

De acordo com a FAO (2011) O maior exportador de frutas secas durante o ano de 2011 foi a China, responsável pela exportação de 10856 toneladas. O Brasil apresentou contribuição na exportação de frutas secas, com um total de 174 toneladas durante o ano de 2011.

## **2.6 Análise sensorial**

Os requisitos de qualidade dos frutos são agrupados em categorias devendo ser considerados em conjunto, não só para satisfazer a necessidade do consumidor, mas também para proteção da saúde pública. Tem importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor. Os consumidores dão prioridade à aparência, rendimento de produção e resistência às doenças. Os distribuidores e comerciantes também têm a aparência como atributo mais importante, com ênfase aos atributos sensoriais, ao passo que os industriais valorizam o rendimento da matéria-prima, a cor, o sabor, a textura, o valor nutricional e a segurança (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As instituições de pesquisa e as indústrias alimentícias buscam identificar e atender os anseios dos consumidores em relação a seus produtos, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo. A análise sensorial tem-se mostrado importante ferramenta neste processo, envolvendo um conjunto de técnicas diversas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, em várias etapas de seu processo de fabricação. É uma ciência que objetiva, principalmente estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (AMARAL et al., 2011).

Os testes sensoriais discriminativos ou de diferença, são considerados métodos objetivos utilizados em análise sensorial de alimentos, bebidas e água, com os efeitos das opiniões dos indivíduos minimizados. Medem atributos específicos pela discriminação simples indicando, por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre amostras. Os testes discriminativos ou de diferença mais empregados em análise sensorial são o triangular, duo-trio, ordenação, comparação pareada e comparação múltipla ou diferença do controle (DUTCOSKY, 2013).

Os métodos descritivos descrevem os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos. Geralmente, a equipe sensorial define previamente os termos relativos às propriedades mais relevantes do produto e sua sequência de avaliação. Na análise descritiva o provador também avalia, através de uma escala, o grau de intensidade com que cada atributo está presente. Os julgadores devem ser treinados a usar a escala de forma consistente em relação à equipe e às amostras, durante todo o período de avaliação. As técnicas descritivas mais utilizadas são o do perfil de sabor, perfil de textura, a análise descritiva quantitativa (ADQ) e o de tempo intensidade. As técnicas descritivas de espectro e de perfil livre também têm sido utilizadas (DUTCOSKY, 2013)

A aparência é o fator de qualidade de maior relevância do ponto de vista da comercialização. É avaliada por diferentes atributos, tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos. A cor por sua vez, é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor; os produtos de coloração forte e brilhante são os preferidos, embora na maioria dos casos a cor não se correlacione com o valor nutritivo nem com a qualidade comestível do produto. O sabor apresentado pelos produtos, é uma combinação de sensações derivadas dos lábios, língua, mucosas da boca, dentes e, mesmo, do ouvido. As principais sensações de dureza, maciez, fibrosidade, suculência, granulosidade, resistência e elasticidade, caracterizam a textura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

## **2.7 Trabalhos sobre desidratação osmótica**

Os estudos envolvendo a desidratação osmótica e a secagem de produtos agrícolas vem sendo fortemente desenvolvidos com a finalidade de perceber o comportamento dos materiais quando submetidos ao processo, com controle das diversas variáveis.

Corrêa et al. (2010) estudaram a transferência de massa em diferentes concentrações de sacarose com pulsos de vácuo na desidratação osmótica de goiabas, constatando que o pulso de vácuo associado a altas concentrações de xarope reduziu o ganho de sólido enquanto a perda de água foi favorecida.

A influência das variáveis, temperatura e concentração do xarope, foram avaliadas no pré-tratamento osmótico de abóbora por Abraão et al. (2013), os quais encontraram aumento de difusão da água e da sacarose com o aumento da temperatura e da concentração da solução osmótica. Queiroga et al. (2011) perceberam a influência significativa da concentração da solução, agitação e temperatura do sistema na perda de água de feijão verde durante a

desidratação osmótica, porém perceberam que nenhum das variáveis utilizadas no estudo exerceram influência no ganho de sólidos.

O teor de umidade e sal foi previsto por Souraki et al. (2012) na desidratação osmótica de feijão verde fresco, em solução salina sob diferentes temperaturas e concentrações. Os autores encontraram o modelo de dois parâmetros desenvolvido por Azuara et al. (1992) capaz de explicar o fenômeno; este foi utilizado para prever a perda de umidade de equilíbrio final e o ganho de sólidos com base de curta duração de osmose.

Alam et al. (2013) estudaram os efeitos dos parâmetros do processo sobre a eficácia da desidratação osmótica de cebola verão, utilizando três concentrações de sacarose, cinco proporções de sal, três temperaturas de osmose, agitação no sistema e tempo de imersão; concluindo que a temperatura da solução, tempo de imersão e concentração da solução foram os fatores que mais afetaram a perda de água e o ganho de sólidos durante a desidratação osmótica.

Vieira et al. (2012) estudaram os efeitos da concentração da solução osmótica, temperatura do processo de vácuo e tempo de aplicação de impulsos sobre os fenômenos de transferência de massa, e parâmetros de qualidade durante a desidratação osmótica de fatias de goiaba. As soluções foram preparadas nas concentrações de 40 a 60 °Brix e o processo osmótico se deu entre as temperaturas de 20 a 40 °C, sob pressão de 100 mbar com ciclo total do processo obtido em 3 horas. Assim os autores concluíram que os parâmetros de cor e propriedades mecânicas foram afetados pelas variáveis do processo; a condição ótima para desidratação osmótica de goiaba foi obtida sob concentração de 60 °Brix, temperatura de 32 °C e 20 minutos de aplicação de pressão.

As características físicas e químicas dos produtos desidratados são influenciadas pelo processo como os mesmos foram produzidos. Goularte e Antunes (1999) verificaram o efeito da concentração por osmose, sacarose, maltodextrina e glicose nas características físicas, químicas e rendimento de maçãs desidratadas na forma de palitos; constatando que o agente de concentração por osmose melhora as características físicas e químicas do produto desidratado.

A qualidade nutricional de goiabas submetidas ao processo de pré tratamento osmótico foi avaliada por Queiroz et al. (2008) utilizando a sacarose e o açúcar invertido como agente desidratante. A pesquisa avaliou alterações nos teores dos minerais Na, K, Ca, Mg, Zn e Mn e de vitamina C, verificando reduções de 20 a 64% no teor de minerais ao final da desidratação



por imersão-impregnação e perdas não significativas de ácido ascórbico ao final dos processos, sendo a sacarose o agente que melhor preservou as características estudadas.

Derossi et al. (2015) analisaram a influência da desidratação osmótica sobre os parâmetros físico-químicos de qualidade de do tomate cereja desidratado osmoticamente. Os autores utilizaram soluções osmóticas mistas com concentrações de sacarose entre 51,59 e 68,40%, concentração de sal variando entre 1,65 e 3,34% e tempo de tratamento osmótico entre 1,90 e 22,09 (h) concluindo que a fração em massa de sacarose e o tempo de tratamento teve efeito mais importante em toda a qualidade dos parâmetros analisados.

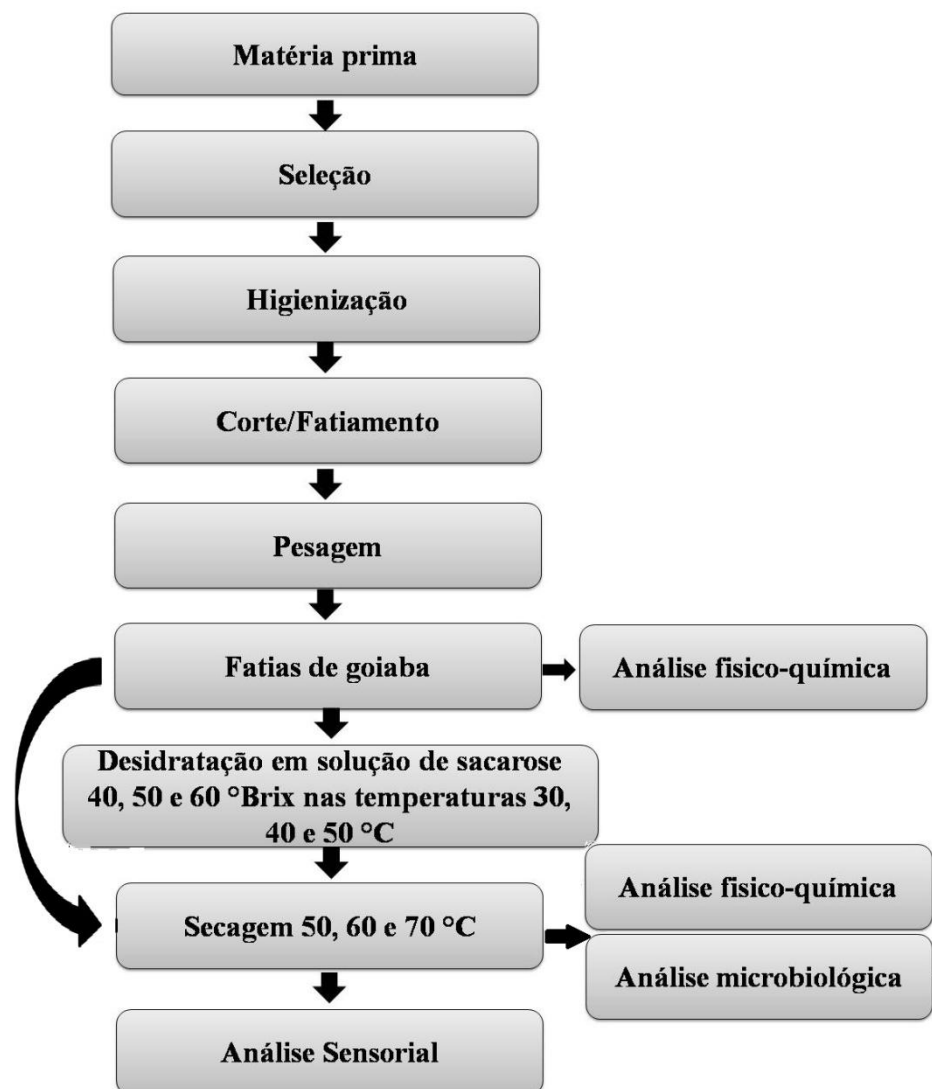
A avaliação das características sensoriais de alimentos desidratados osmoticamente é um dos requisitos necessários para a geração de novos produtos comerciais. Santos et al. (2014) realizaram análise sensorial do limão-de-caiena tipo passa obtido através da desidratação osmótica nas concentrações de xarope, 45, 60 e 70 °Brix à temperatura de 40 °C, seguida de secagem convectiva; constando que estatisticamente os tratamentos não diferiram entre si, porém o tratamento realizado em solução de 60 °Brix apresentou a maior preferência dos provadores quanto aos atributos avaliados.

### 3. METODOLOGIA

O trabalho experimental foi conduzido nos Laboratórios de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) e Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) pertencentes respectivamente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) e à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos (UEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

#### 3.1 Processamento:

Na Figura 3.1 observa-se as etapas do processo para obtenção da goiaba-passa.

















**Figura 3.1** - Etapas do processamento e obtenção da goiaba-passa

### 3.1.1 Matéria Prima

O produto utilizado no estudo foi a goiaba de polpa vermelha da variedade Paluma, cultivada na cidade de Petrolina – PE, e obtida no comércio local de frutos de Campina Grande – PB. A compra foi realizada sempre em um mesmo estabelecimento onde os frutos apresentavam-se completamente maduros, selecionados de acordo com a coloração da casca e aparência da polpa entre os estádios de maturação V e VI conforme Tabela de classificação dos estádios de maturação da goiaba Paluma (Tabela 3.1), livres de defeitos fisiológicos, danos físicos e mecânicos ou infecções causadas por microrganismos.

As goiabas foram transportadas em sacos plásticos descartáveis até o laboratório, onde foram realizados o processamento.

**Tabela 3.1:** Classificação dos estádios de maturação de frutos de goiabas “Paluma”, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2012. (Fonte: VENCESLAU, 2013)

ESTÁDIOS		PIGMENTAÇÃO APARENTE
		I Totalmente verde
		II Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker)
		III Início da pigmentação amarela
		IV Pigmentação verde predominante com traços amarelos
		V Pigmentação amarela predominante com traços verdes
		VI Amarelo predominante
		VII Amarelo com maturação avançada. Início de sanescência

#### 3.1.1.1 Lavagem e sanitização dos frutos

Os frutos inicialmente foram lavados em água corrente e colocados em solução clorada a 50ppm por um período de 10 minutos. Após o período de sanitização, os frutos foram retirados da solução, imersos em água destilada, retirados e colocados em bandejas para escoamento da água.

### 3.1.1.2 Corte

Os frutos foram descascados manualmente com um auxílio de um descascador de legumes devidamente higienizado, retirando toda a casca e o miolo constituído pelos caroços do fruto. Para desidratação osmótica foi utilizado a parte vermelha da polpa, cortada em pedaços medindo 2,0 cm de largura e 3,0 cm de comprimento, respeitando a espessura natural do fruto medindo, em média, 0,9 cm; resultando em um paralelepípedo com aparência côncava devido ao formato do fruto, conforme mostra a Figura 3.2.



**Figura 3.2** - Corte da goiaba

O corte da goiaba foi realizado sobre uma base de mármore, previamente higienizada e sanitizada com solução clorada a 50 ppm. O fatiamento da goiaba foi feito com faca de aço inoxidável e um molde de plástico poliestireno previamente higienizado para facilitar o corte das fatias.

### 3.1.2 Agente desidratante

O agente osmótico utilizado foi o açúcar de cana cristalizado, de uma mesma marca comercial. O xarope desidratante foi preparado um dia antes do início dos experimentos com adição de água destilada à sacarose, permanecendo a mistura sob agitação até obtenção da quantidade de sólidos solúveis desejada, analisada com o auxílio de um refratômetro portátil (Figura 3.3A).

A solução preparada foi armazenada em potes de vidro lacrados e identificados em BOD (demanda bioquímica de oxigênio) a 10 °C. Antes do início da desidratação osmótica a solução foi colocada em estufa de circulação de ar até atingir a temperatura desejada para a desidratação osmótica (Figura 3.3B)



**Figura 3.3** - Refratômetro portátil (A) e medição da temperatura da Solução (B)

### 3.2 Planejamento experimental

O planejamento experimental foi utilizado para estudar os efeitos das variáveis: Temperatura de osmose (°C) e concentração de sacarose (%), sobre as respostas ( Quantidade de água e quantidade de sacarose) na desidratação osmótica de goiaba.

Foi utilizado um planejamento fatorial  $2^2$  com três pontos centrais (nível 0) com duas variáveis de entrada: temperatura de osmose e concentração do xarope de sacarose, conforme Tabela 3.2.

**Tabela 3.2** – Níveis das variáveis do planejamento fatorial  $2^2$  para desidratação osmótica da goiaba em solução de sacarose

Variáveis	Níveis		
	(-1)	(0)	(+1)
Temperatura de osmose (°C)	30	40	50
Concentração de sacarose (°Brix)	40	50	60

Os experimentos foram realizados a partir das variáveis do planejamento fatorial, com a finalidade de reduzir a quantidade de ensaios, ganho de tempo e redução de custos. As

respostas do planejamento fatorial foram descritas por meio do modelo linear estatístico a seguir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 \quad (1)$$

onde:

$Y$  = variável resposta;

$\beta_n$  = coeficientes de regressão;

$x_n$  = variáveis independentes.

A Tabela 3.3 mostra o planejamento dos experimentos com seus níveis reais, a partir das seguintes variáveis: temperatura de osmose e concentração de sacarose.

**Tabela 3.3** – Matriz de planejamento fatorial  $2^2$  com 3 repetições no ponto central para desidratação osmótica de goiaba em solução de sacarose

Experimentos	Temperatura de osmose (°C)	Concentração de sacarose (°Brix)
1	(-1) 30	(-1) 40
2	(+1) 50	(-1) 40
3	(-1) 30	(+1) 60
4	(+1) 50	(+1) 60
5	(0) 40	(0) 50
6	(0) 40	(0) 50
7	(0) 40	(0) 50

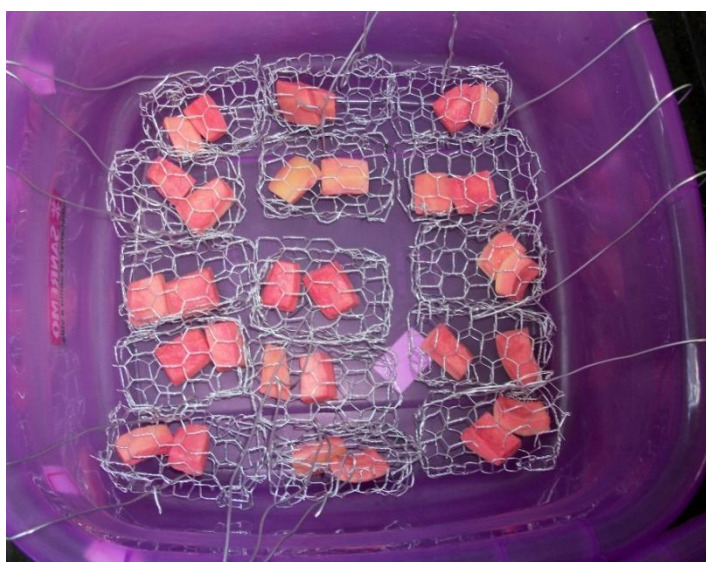
Para a análise dos resultados foi utilizada a metodologia de superfície de resposta, aplicada por meio do programa computacional LAB Fit Curve Fitting software (SILVA et al., 2004).

### 3.3 Desidratação osmótica

Os xaropes foram obtidos pela diluição da sacarose em água sob agitação constante até obtenção das concentrações de 40, 50 e 60 °Brix. Os pedaços de goiaba fatiados foram imersos nas soluções na proporção de 1:15 (g/g) fruto/xarope, nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C até peso constante.

Ao longo da desidratação osmótica, a quantidade de água e a quantidade de sacarose, foram acompanhadas experimentalmente nos tempos de 0, 10, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 e 1440 minutos.

Para o acompanhamento da quantidade de água e da quantidade de sacarose durante a cinética de desidratação, aproximadamente 15 gramas de pedaços de goiabas foram colocados em cestas de arame galvanizado de peso conhecido, pré-identificadas de acordo com o tempo de pesagem ( $n_0, n_1, n_2, \dots, n_{10}$ ) conforme Figura 3.4. A cesta  $n_0$  foi levada para a estufa a 105 °C para determinação da massa seca inicial da amostra, as demais cestas e frutos de peso conhecido foram imersas no xarope e incubadas em estufa de circulação de ar para garantia da temperatura de osmose desejada. Ao chegarem os tempos de pesagens, as cestas identificadas com o tempo da pesagem foram retiradas do xarope, e os frutos lavados com água destilada para retirada do filme de açúcar aderido a superfície do fruto; o excesso de água foi removido envolvendo os frutos em papel toalha. As fatias de goiaba foram pesadas e levadas para estufa em cestas de arame galvanizado de peso conhecido a 105 °C por 4 horas, até peso constante conforme descrito por Mercali et al. (2011).



**Figura 3.4** - Cestas identificadas para a desidratação osmótica

Ao final da desidratação apenas a amostra  $n_{10}$  permanecia na solução e a determinação da massa e massa seca nos tempos anteriores para esta amostra, foram determinados por regra de três simples a partir dos dados das amostras retiradas (Equações 2 a 7).

Massa total:

$$m_{10}^t = m_{10}^0 \frac{m_x^t}{m_x^0} \quad (2)$$

onde:

$m_{10}^t$  = massa da amostra  $n_{10}$  no tempo  $t$

$m_{10}^0$  = massa da amostra  $n_{10}$  no tempo  $0$

$m_x^t$  = massa da amostra  $n_x$  no tempo  $t$

$m_x^0$  = massa de  $n_x$  no tempo zero

Massa seca:

$$ms_{10}^t = ms_x^t \frac{m_{10}^t}{m_x^t} \quad (3)$$

onde:

$ms_{10}^t$  = massa seca da amostra  $n_{10}$  no tempo  $t$

$ms_x^t$  = massa seca da amostra  $n_x$  no tempo  $t$

Para cálculo da massa de água da amostra  $n_{10}$  em cada tempo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$m_w^t = m_{10}^t - ms_{10}^t \quad (4)$$

onde:

$m_w^t$  = massa de água da amostra  $n_{10}$  no tempo  $t$

Os cálculos da quantidade de água em porcentagem, presente no produto a cada tempo foi calculado pela fórmula:

$$\text{Quantidade de água\%} = \frac{m_w^t}{m_w^0} 100 \quad (5)$$

onde:

$m_w^0$  = massa de água no instante zero



Para cálculo da massa de sacarose da amostra  $n_{10}$  em cada tempo utilizou-se:

$$m_s^t = ms_{10}^t - ms_{10}^0 \quad (6)$$

onde:

$m_s^t$  = massa de sacarose no tempo t

$ms_{10}^0$  = massa seca da amostra  $n_{10}$  no tempo zero

A quantidade de sacarose presente na amostra a cada tempo foi calculada pela fórmula:

$$\text{Quantidade de Sacarose\%} = \frac{m_s^t}{ms_{10}^0} \times 100 \quad (7)$$

Todo o procedimento ocorreu em triplicata para maior confiabilidade dos resultados. O modelo da planilha utilizada na coleta dos dados durante a cinética de desidratação encontra-se disponível no apêndice A.

Após a desidratação, o produto resultante foi acondicionado em saco plástico laminado selado à vácuo e armazenado em BOD sob temperatura de refrigeração, para posterior secagem complementar.

### 3.4 Secagem

A secagem das goiabas foi realizada em secador de ar aquecido nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com o intuito de garantir a eficiência do processo de desidratação osmótica, retirando a água presente no produto. A velocidade do ar de secagem foi verificada com o auxílio de um termo anemômetro (TAD-500), e a umidade relativa do ar medida por meio de leitura direta em termo-higrômetro (J. Prolab).

O teor de água inicial das goiabas pré-tratadas foi determinado segundo método padrão de estufa a  $105 \pm 3$  °C, utilizando três repetições da amostra (BRASIL, 2008), obtida pela fórmula:

$$X = \frac{m_{H2O}}{m_s} \quad (8)$$

em que:

$X$  – teor de água em base seca

$m_{H_2O}$  - massa de água

$m_s$  - massa seca

Para realização da secagem foi utilizado, em média, 40 g de amostra em triplicata, de cada ensaio da desidratação osmótica, colocadas em bandejas de arame galvanizado e levadas para estufa de circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. A cinética da perda de água do processo de secagem foi acompanhada a partir de pesagens constantes das amostras, em balança de precisão (Marte AS5500C) iniciando-se a cada 5 minutos, com aumento dos intervalos, atingindo tempo de 60 minutos entre as pesagens até ser observado estabilidade na perda de água. Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade ( $X^*$ ):

$$X^* = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (9)$$

em que:

$X_e$  – teor de água de equilíbrio, bs

$X_0$  – teor de água inicial, bs

Após as secagens, as amostras foram embaladas em plástico laminado a vácuo para posterior determinações analíticas e análise sensorial.

### 3.5 Determinações analíticas

As determinações físico-químicas das goiabas foram determinadas antes e após o processo de desidratação e secagem. Para a caracterização, independente do tratamento, as goiabas foram secas até atingirem teor de água médio de  $0,18 \pm 0,2$  b.u. Todas as análises procederam-se em triplicata para minimização de erros, de acordo com as metodologias descritas a seguir:

#### 3.5.1 Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis (SST) constituem a quantidade em gramas de sólidos dissolvidos no suco ou na polpa dos frutos em que este é designado com °Brix, em tendência de aumento

com a maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo Manica et al. (2000), os altos teores de SST são positivos tanto para o consumo *in natura* quanto para sua industrialização.

Para determinação de sólidos solúveis totais, foi utilizado um refratômetro, colocando-se uma gota da solução, fazendo leitura direta em °Brix.

### **3.5.2 pH**

O pH responsável por determinar a acidez, a neutralidade ou a alcalinidade de um meio qualquer, foi determinado pelo método potenciométrico em pHmetro, previamente calibrado com soluções tampões de 7,0 e 4,0 à temperatura de 20 °C, seguindo a metodologia descrita por BRASIL (2008). A determinação do pH influencia a palatabilidade, o desenvolvimento de microorganismos, a temperatura para tratamento térmico e a indicação do tipo de embalagem.

### **3.5.3 Acidez total titulável**

A determinação da acidez total titulável em alimentos é um parâmetro bastante importante. Através dela, pode-se obter dados na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A mesma é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositalmente e também daqueles provenientes das suas alterações químicas (BRASIL, 2008).

A acidez é calculada com base no principal ácido presente nos frutos, expressando resultado com percentagem de acidez titulável, e nunca total por existirem ácidos voláteis impossíveis de detectar (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A determinação da acidez segundo BRASIL (2008) foi determinada por meio da titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio à 0,1N, utilizando a fenolftaleína como indicador, onde os resultados obtidos foram expressos em percentagem.

### **3.5.4 Cinzas**

A quantidade de minerais fixos presente nas amostras foi obtida por incineração, determinando-se a perda de massa do material seco submetido a aquecimento em mufla a uma temperatura de 550 °C, até peso constante (BRASIL, 2008).

### **3.5.5 Açúcares redutores e totais**

Esta determinação consiste na redução do cobre presente na solução de Fehling através de açúcares invertidos. O conteúdo de açúcar presente na amostra foi obtido pelo volume de

solução de açúcar necessário para reduzir a solução de Fehling de volume conhecido. Os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2008).

### 3.5.6 Atividade de água

A atividade de água das amostras foram determinadas após a secagem com o auxílio do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25 °C.

### 3.5.7 Cor

Determinada através de medida instrumental utilizando espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus, no sistema de cor CieLab obtendo-se as leituras de L\*, (luminosidade) a\* (transição da cor verde -a\* para o vermelho +a\*) e b\* (transição da cor azul -b\* para a cor amarela +b\*). A partir dos parâmetros (L\*, a\* e b\*) obtidos foram calculados a tonalidade cromática ( $H^* = \arctan b^*/a^*$ ) e croma ( $C^* = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ ) conforme metodologia de Lawless e Heymann (1998).

### 3.6 Modelos matemáticos

Para o ajuste dos modelos matemático das curvas de desidratação das goiabas aos dados experimentais, foram utilizadas as equações empíricas descritas nas Tabelas 3.4 e 3.5.

**Tabela 3.4** - Modelos empíricos para descrição da quantidade de água

Modelo	Nome	Expressão empírica	Referência
1	Lewis	$\sigma e^{-at}$	Kaleta e Gornicki (2010)
2	Henderson e Pabis	$a e^{-bt}$	Diamante et al. (2010)
3	Wang e Singh	$\sigma + at + bt^2$	Kaleta e Gornicki (2010)
4	Peleg	$\sigma - t/(a + bt)$	Mercali et al. (2010b)
5	Page	$\sigma e^{-at^b}$	Diamante et al. (2010)
6	Silva et alii	$\sigma e^{-at-b\sqrt{t}}$	Silva et al. (2013b)

$\sigma$  - quantidade de água inicial

**Tabela 3.5** - Modelos empíricos para descrição da quantidade de sacarose

Modelo	Nome	Expressão empírica	Referência
1	Lewis	$\delta(1 - e^{-at})$	Kaleta e Gornicki (2010)
2	Henderson e Pabis	$a(1 - e^{-bt})$	Diamante et al. (2010)
3	Wang e Singh	$\delta(at + bt^2)$	Kaleta e Gornicki (2010)
4	Peleg	$t/(a + bt)$	Mercali et al. (2010b)
5	Page	$\delta(1 - e^{-at^b})$	Diamante et al. (2010)
6	Silva et alii	$\delta(1 - e^{-at - b\sqrt{t}})$	Silva et al. (2013b)

$\delta$  - valor de equilíbrio do ganho de sacarose

Os valores da razão de umidade encontrados nas secagens convectivas complementares, após a desidratação osmótica, foram ajustados aos modelos empíricos apresentados na Tabela 3.6.

**Tabela 3.6** - Modelos empíricos utilizados para o ajuste das curvas de secagem

Modelo	Nome	Expressão empírica	Referência
1	Henderson e Pabis	$a \cdot \exp(-b \cdot t)$	Diamante et al. (2010)
2	Lewis	$\exp(-a \cdot t)$	Kaleta e Gornicki (2010)
3	Wang e Singh	$1 + at + bt^2$	Kaleta e Gornicki (2010)
4	Peleg	$1 - t/(a + bt)$	Mercali et al. (2010b)
5	Page	$\exp(-k \cdot t^n)$	Diamante et al. (2010)
6	Silva et alii	$\exp(-a \cdot t - b\sqrt{t})$	Silva et al. (2013b)

O ajuste aos dados experimentais foi realizado por meio do programa computacional LAB Fit Curve Fitting software (SILVA et al., 2004). Os critérios de avaliação utilizados para a escolha dos modelos que melhor representaram os processos foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o qui-quadrado ( $\chi^2$ ), calculado pela equação:

$$\chi^2 = \sqrt[2]{\sum (X_{\text{exp}}^* - X_{\text{pre}}^*)^2} \quad (10)$$

em que:

$\chi^2$  - qui-quadrado;

$X_{\text{pre}}^*$  - razão de umidade predita pelo modelo;

$X_{\text{exp}}^*$  - razão de umidade experimental.

### 3.7 Análise microbiológica

Foram realizadas como requisito para realização da análise sensorial, com a escolha das análises obedecendo a resolução – CNNPA N° 12, 1978 que regulamenta o padrão de identidade e qualidade de frutas secas ou dessecadas (BRASIL, 1978).

A pesquisa de salmonella sp. e a contagem de coliformes a 45 °C foi realizada segundo normas estabelecidas pela Resolução RDC n° 12 que regulamenta os Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2001). As análises microbiológicas seguiram os procedimentos descritos pela instrução normativa N° 62, 26 Agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

### 3.8 Análise sensorial

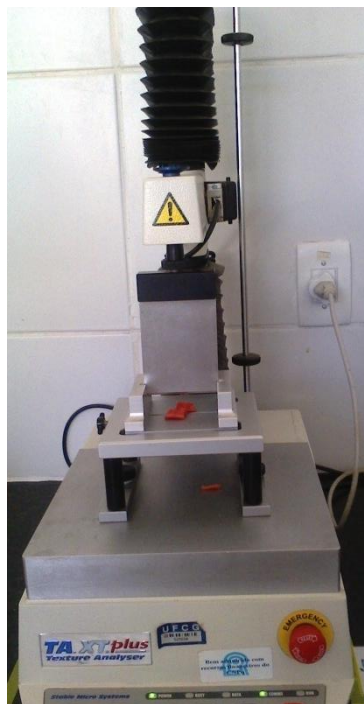
Para realização do teste o projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa com seres Humanos da Universidade Federal de Campina Grande, e a pesquisa realizada sob parecer de número 610.622 disponível no Anexo 1.

A avaliação foi realizada com todos os tratamentos da desidratação osmótica e uma amostra *in natura* usada como controle, ambas secas na temperatura intermediária de secagem (60 °C) utilizada na cinética de secagem, até atingirem teor de água médio de  $18 \pm 2\%$  b.u. As amostras foram codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos, sendo disponibilizado para o provador, informações prévias sobre o produto testado conforme descrito na metodologia de Dutcosky (2013), para análise dos atributos aparência, odor, cor, sabor e textura das fatias de goiaba desidratadas em solução osmótica, e secas em secador de ar aquecido utilizando-se a escala hedônica, atribuindo-se notas de um a nove para cada tratamento. O perfil de atitudes foi avaliado a partir da utilização de uma escala variando de 1 (comeria sempre) a 7 (nunca comeria).

O teste foi realizado com um grupo de 51 provadores não treinados de ambos os sexos, com idades variando entre 18 e 63 anos de um grupo amostral de alunos, professores e servidores da Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande.

### 3.9 Textura

As análises de textura foram realizadas com as goiabas que apresentaram uma maior aceitação para todos os atributos avaliados na análise sensorial, por meio de um texturômetro (Figura 3.5) TAXT plus (Stable Micro Systems). Os testes realizados foram resistência a ruptura da fibra (penetração) e consistência de corte.



**Figura 3.5** - Texturômetro utilizado no experimento

O teste de ruptura da fibra foi realizado com o probe P/2 de haste cilíndrica de aço inoxidável com diâmetro de 2 mm, ajustada para perfurar até 80% da amostra com uma força de contato de 1N, uma distância de retorno de 20 mm e velocidade de retorno de 20 mm/s. As medições do teste foram realizadas no centro de cada amostra a fim de obter um valor da força máxima de penetração; o teste foi realizado com 10 repetições.

Para análise do atributo de resistência ao corte utilizou-se probe HDP/BSW, com força de contato de 1N, distância de retorno de 40 mm e a velocidade de retorno de 20 mm/s.

### **3.10. Análise estatística**

A análise estatística dos dados de quantidade de água e de sacarose foi realizada a partir da análise de variância aos dados de regressão e resíduo dos modelos preditivos pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade por meio do programa computacional Statistica versão 5.0®.

O delineamento experimental empregado para a caracterização físico-química das goiabas nas diferentes condições foi o inteiramente casualizado com 18 tratamentos e 3 repetições como segue:

T1 –goiabas desidratadas a 30 °C e 40°Brix secas a 50 °C

- T2 - goiabas desidratadas a 50 °C e 40 °Brix secas a 50 °C  
T3 – goiabas desidratadas a 30 °C e 60 °Brix secas a 50 °C  
T4 – goiabas desidratadas a 50 °C e 60 °Brix secas a 50 °C  
T5 - goiabas desidratadas a 40 °C e 50 °Brix secas a 50 °C  
T6 – goiaba *in natura* seca à 50 °C  
T7 – goiabas desidratadas a 30 °C e 40°Brix secas a 60 °C  
T8 - goiabas desidratadas a 50 °C e 40 °Brix secas a 60 °C  
T9 – goiabas desidratadas a 30 °C e 60 °Brix secas a 60 °C  
T10 – goiabas desidratadas a 50 °C e 60 °Brix secas a 60 °C  
T11 - goiabas desidratadas a 40 °C e 50 °Brix secas a 60 °C  
T12 – goiaba *in natura* seca à 60 °C  
T13 – goiabas desidratadas a 30 °C e 40°Brix secas a 70 °C  
T14 - goiabas desidratadas a 50 °C e 40 °Brix secas a 70 °C  
T15 – goiabas desidratadas a 30 °C e 60 °Brix secas a 70 °C  
T16 – desidratadas a 50 °C e 60 °Brix secas a 70 °C  
T17 - goiabas desidratadas a 40 °C e 50 °Brix secas a 70 °C  
T18 - goiaba *in natura* seca à 70 °C

Realizaram-se a análise de variância e o teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a nível de 1 e 5% utilizando-se o programa computacional Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

Os resultados dos testes sensoriais foram analisados por análise de variância e os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey, com uma probabilidade  $p \leq 0,05$  por meio do programa computacional Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

Os dados de textura obtidos foram submetidos a análise de variância os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey, com uma probabilidade  $p \leq 0,05$  por meio do programa computacional Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2010).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cinética de desidratação osmótica

#### 4.1.1 Quantidade de água

Na Tabela 4.1 encontra-se os parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, descritos na Tabela 3.3, aos dados experimentais de quantidade de água obtidos na cinética de desidratação osmótica de pedaços de goiaba, sob diferentes temperaturas de osmose e concentrações de sacarose, disponíveis no apêndice B.

**Tabela 4.1** - Coeficientes obtidos no ajuste dos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, aos dados experimentais da quantidade de água durante a desidratação osmótica de pedaços de goiaba

Lewis						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	0,0035	-	0,9134	1415,554
2	50	40	0,0022	-	0,9147	799,377
3	30	60	0,0027	-	0,9195	734,456
4	50	60	0,0039	-	0,9757	488,956
5	40	50	0,0028	-	0,9467	1038,57
6	40	50	0,0036	-	0,9239	1140,89
7	40	50	0,0026	-	0,9579	851,314
Henderson e Pabis						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	89,4390	0,0025	0,8364	1164,640
2	50	40	96,6894	0,0020	0,8919	776,527
3	30	60	98,4387	0,0026	0,9130	729,160
4	50	60	94,5520	0,0035	0,9605	410,930
5	40	50	87,5718	0,0017	0,8508	765,184
6	40	50	91,6233	0,0029	0,8788	967,691
7	40	50	89,0443	0,0017	0,8887	609,971
Wang e Singh						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	-0,2871	0,0002	0,9440	501,755
2	50	40	-0,2191	0,0001	0,9831	78,282
3	30	60	-0,2498	0,0001	0,9666	185,825
4	50	60	-0,3120	0,0002	0,9813	249,514
5	40	50	-0,2488	0,0001	0,9641	304,2296
6	40	50	-0,2946	0,0002	0,9464	461,714
7	40	50	-0,2396	0,0001	0,9688	258,428

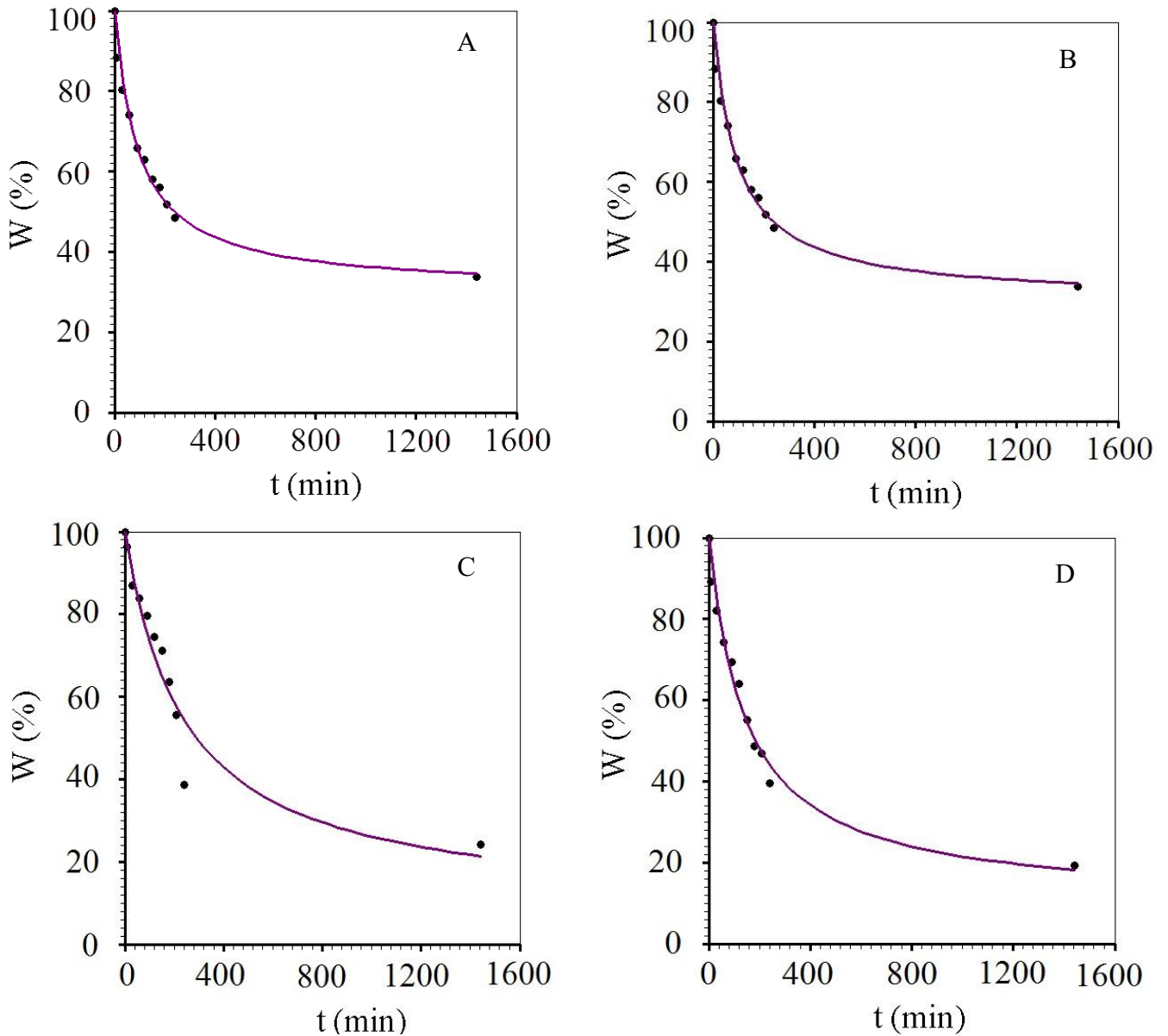
Cont. Tabela 4.1

Peleg						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	1,3461	0,0143	0,9903	43,537
2	50	40	3,1609	0,0115	0,9538	216,832
3	30	60	2,6538	0,0108	0,9343	363,910
4	50	60	1,6362	0,0110	0,9846	91,594
5	40	50	2,0849	0,0131	0,9836	78,932
6	40	50	1,4790	0,0131	0,9677	147,274
7	40	50	2,3727	0,0123	0,9815	91,597
Page						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	0,0660	0,4081	0,9642	132,520
2	50	40	0,0146	0,6329	0,9191	380,343
3	30	60	0,0154	0,6557	0,9070	519,457
4	50	60	0,0317	0,5781	0,9673	186,313
5	40	50	0,0389	0,4821	0,9830	62,187
6	40	50	0,0542	0,4539	0,9449	237,323
7	40	50	0,0310	0,5221	0,9858	54,999
Silva et alii						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	-0,0005	0,0497	0,9864	58,069
2	50	40	0,0003	0,0242	0,9086	438,930
3	30	60	0,0005	0,0272	0,8953	589,932
4	50	60	0,0002	0,4453	0,9622	218,544
5	40	50	0,0001	0,0375	0,9856	54,673
6	40	50	-0,0004	0,0488	0,9577	191,338
7	40	50	0,00003	0,0339	0,9853	58,088

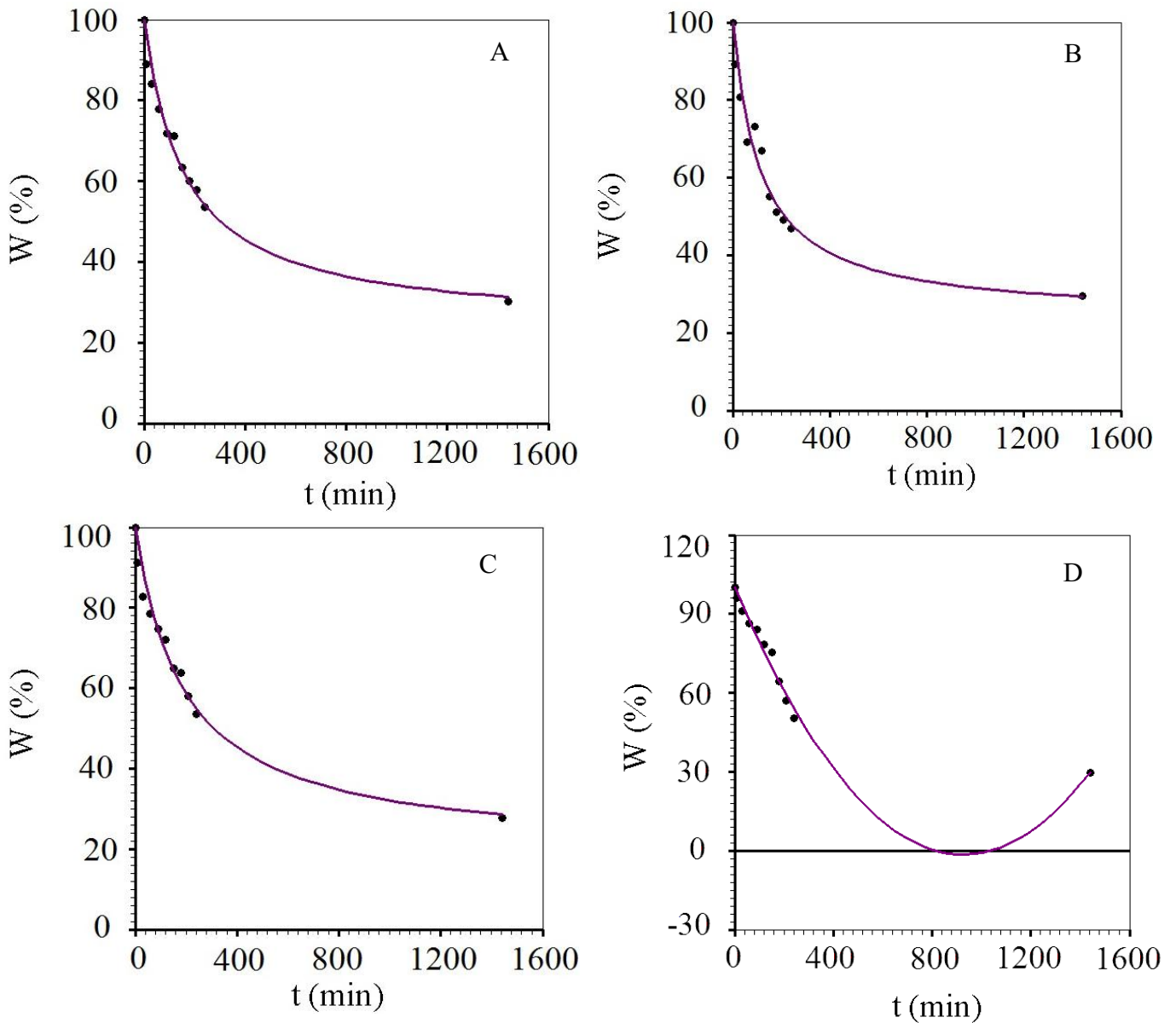
Analisando os indicadores estatísticos dos modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de quantidade de água durante a desidratação osmótica das fatias de goiaba, verifica-se a boa representação do modelo de Peleg que obteve os maiores coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) variando de 0,93 a 0,99 e os menores qui-quadrados ( $\chi^2$ ), apresentando ajuste da curva aos dados experimentais conforme mostrado nas Figuras 4.1 e 4.2A a C superior ao obtido pelos demais modelos (Apêndice C). Considerando este mesmo critério, temos o modelo de Silva et alii, e o de Page com boa representação de ajuste aos pontos experimentais da quantidade de água.

Para o modelo de Wang e Singh os indicadores estatísticos utilizados como a escolha do melhor modelo representativo do fenômeno são considerados relativamente bons, porém ao se analisar a representação gráfica de ajuste aos dados (Figura 4.2D), o mesmo não apresenta comportamento físico coerente ao estudo realizado, chegando a atravessar o campo

da quantidade de água negativa, antes de atingir o ponto de equilíbrio do processo de desidratação.



**Figura 4.1** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C) e 60 °Brix e 50 °C (D) ajustadas ao modelo de Peleg.



**Figura 4.2** - Quantidade de água obtida nas condições de 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (A), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (B), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (C) ajustadas ao modelo de Peleg. Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 50 °C ajustada ao modelo de Wang e Singh (D)

Ajustes de modelos aos dados de desidratção osmótica com indicadores estatísticos próximo aos encontrados neste estudo foram encontrados por Souza et al. (2009) que encontraram o melhor modelo representativo para o ajuste das curvas de quantidade de água durante a desidratção osmótica de frutículos de jaca, com valores de  $R^2$  variando entre 0,96 e 0,99 e Mercali et al. (2010a) que encontraram o coeficiente de determinação superior a 0,95 para os dados de perda de água ajustados ao modelo de Peleg, obtido a partir da desidratção osmótica de mirtilo em solução de sacarose.

Palou et al. (1994), Sacchetti et al. (2001), Khin et al. (2006) e Mercali et al. (2010b), revelam a boa representação do modelo de Peleg durante a modelagem da cinética de transferência de massa na desidratação osmótica de mamão, maçã, cubos de batata revestido e banana, respectivamente. A utilização da equação de Peleg para tal fenômeno é capaz de prever e/ou estimar a transferência de massa de um determinado período a partir de dados experimentais de pequenos intervalos de tempo.

Os modelos de Wang e Singh, Lewis e Henderson e Pabis, representativos da quantidade de água não foram satisfatórios para descrição do fenômeno.

A Figura 4.3 mostra a velocidade da perda de água durante a desidratação osmótica das fatias de goiaba, em que é possível verificar uma perda exponencial de água no início do processo. As quatro primeiras horas do processo, independente do tratamento, o tempo foi suficiente para remover em média 50% de todo o percentual de água removido após o tempo total de desidratação. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2012), Almeida (2013), ao estudarem a desidratação osmótica de mamão, acerola e banana, respectivamente.

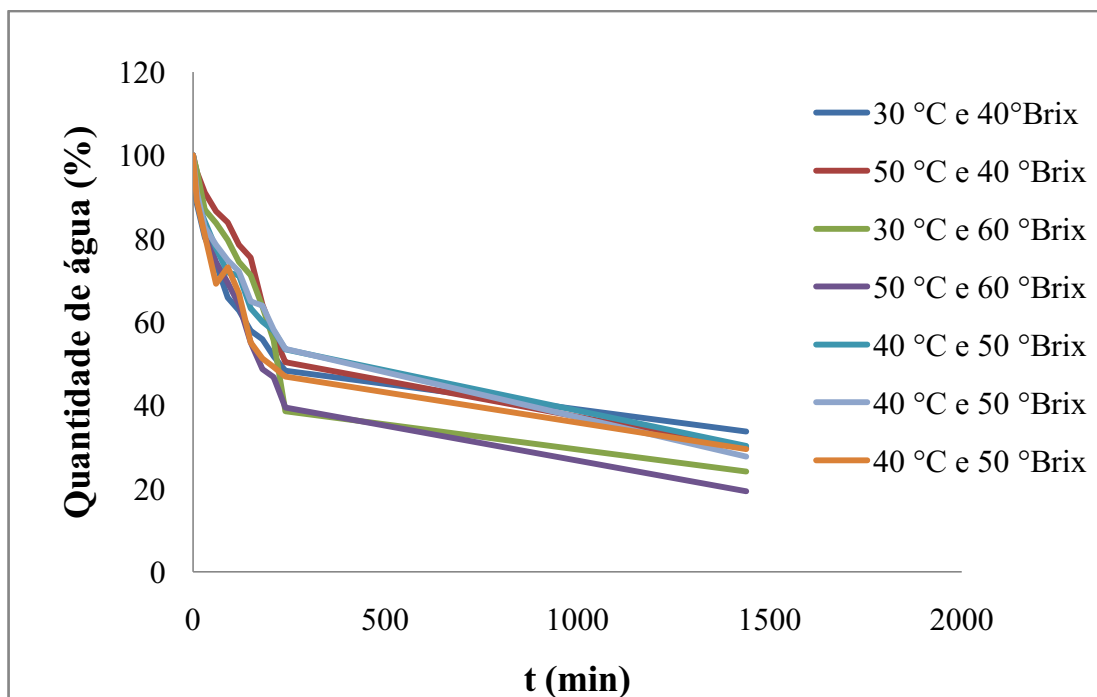


Figura 4.3 - Velocidade de perda de água durante desidratação osmótica

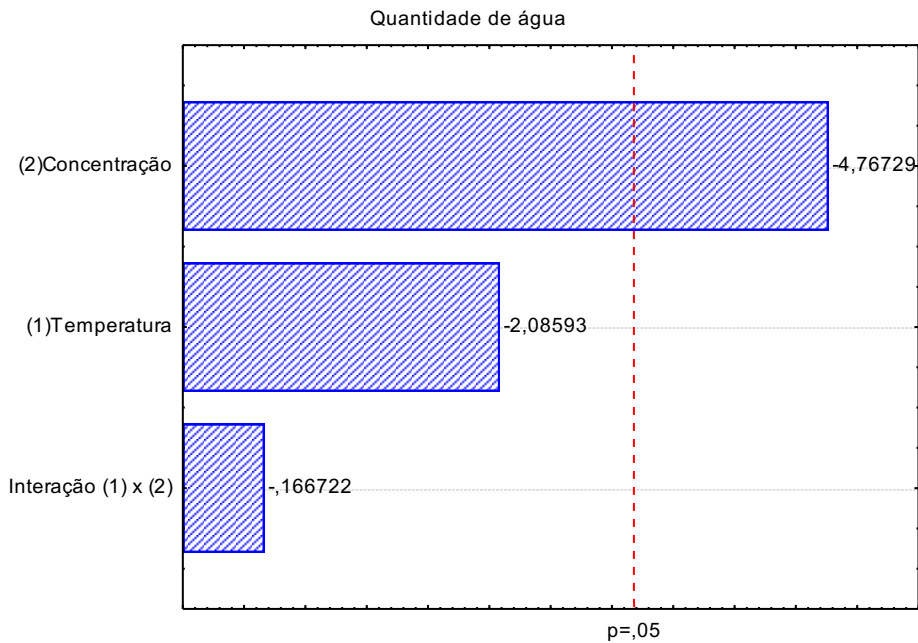
A grande força motriz encontrada no início do processo de desidratação osmótica é responsável pela intensa perda de água durante as horas iniciais. De acordo com Ferrari et al. (2005), as altas taxas de remoção de água de início do processo é influenciada pela grande diferença no potencial químico da água do produto e da solução osmótica. Ao atingir um tempo necessário para que ocorram trocas entre o produto e o meio osmótico, a força motriz diminui provocando conseqüente diminuição na taxa de remoção de água do produto, até que se atinja o equilíbrio entre o produto e o meio osmótico.

Resultados contrários à rápida perda de água nas horas iniciais do processo foram relatados por Lima (2013) e Luchese (2013) ao estudarem a desidratação osmótica do sapoti e physalis respectivamente, cuja divergência atribuída pelos autores relacionam-se às características próprias do tecido vegetal apresentada por cada produto alimentício, que podem atuar como uma barreira ao processo de transferência de massa. Segundo Chiralt e Talens (2005) as características do tecido celular (tamanho das células, porosidade, tortuosidade e permeabilidade da membrana celular) determinam o transporte de massa e o movimento no interior de cada material durante os processos de desidratação.

A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que, goiabas desidratadas em soluções de sacarose mais concentradas obtiveram percentuais de quantidade de água inferiores quando comparados as desidratadas em soluções menos concentradas, sob uma mesma temperatura de osmose. Comparando-se o percentual de água obtido para o tratamento de 40 °Brix ao obtido pela concentração de 60 °Brix ambos sob a temperatura de osmose de 30 °C, observa-se uma redução de 9,658% no percentual final de água para a maior concentração de sacarose. A Figura 4.10 mostra a influência das variáveis, temperatura de osmose e concentração de sacarose, sobre a quantidade de água das fatias de goiaba desidratadas osmoticamente.

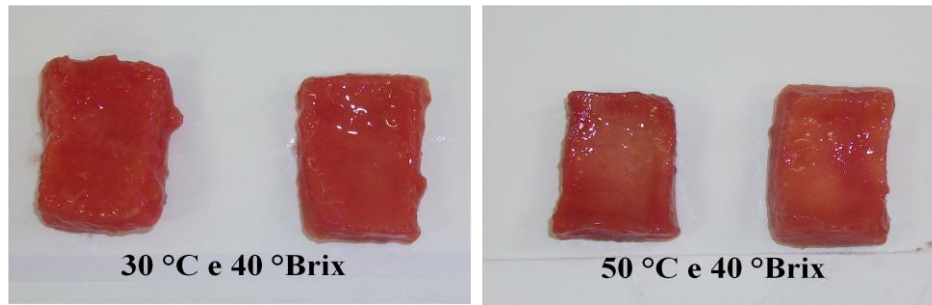
A análise do gráfico de Pareto (Figura 4.4) obtido, a partir dos dados desta pesquisa, mostra a influência da concentração de sacarose sobre a quantidade de água durante a desidratação osmótica. Esta influência é atribuída a alta viscosidade da solução osmótica, a qual proporciona aumento no gradiente de pressão entre o fruto e a solução osmótica favorecendo a uma maior saída de água do fruto que fisicamente tende ao equilíbrio com o meio osmótico. Esta relação de influência da concentração osmótica sobre a saída da água do fruto durante a desidratação osmótica é também compartilhada por Germer et al. (2011) ao estudarem a desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose.

Experimentos realizados a uma maior temperatura mostraram pequena redução na quantidade de água, porém esta variável não apresentou influência significativa ao nível de 95% de significância para o percentual de perda de água da goiaba durante a desidratação osmótica (Figura 4.4). Rodríguez et al. (2013), também não observaram influência significativa sobre a perda de água com o aumento da temperatura, em seus estudos sobre a desidratação osmótica de nectarinas.



**Figura 4.4** - Gráfico de Pareto das variáveis de influência da quantidade de água

Os resultados da presente pesquisa diferem do encontrado por Sanjinez-Argadoña et al. (2004) no estudo da influência das variáveis do processo de desidratação osmótica de goiabas, e Campos et al. (2012) ao estudarem o efeito das variáveis na desidratação osmótica de carambolas, e verificaram a influência da temperatura na perda de água dos frutos durante o processo. Esta divergência pode estar relacionada ao tipo de corte adotado nesta pesquisa, que associado com o tempo de desidratação (24 h), possibilita o cozimento das goiabas a altas temperaturas, as quais se apresentavam ao final do processo com aparência firme (Figura 4.5) e odor característico de doce.



**Figura 4.5** - Aparência da goiaba após desidratação osmótica

Porto et al. (2014) em estudo de transferência de massa durante a desidratação osmótica de uvas *Crimson Seedless*, utilizaram cinco concentrações de xarope, cinco tempos de imersão e cinco temperaturas de osmose; constatando ao final do estudo que a temperatura não influenciou a perda de água das uvas durante a desidratação.

Em um estudo realizado para avaliar o efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado (MARTINS et al., 2008) utilizando tempo de imersão, temperatura e concentração da solução como variáveis independentes, os autores verificaram que somente a concentração da solução osmótica afetou significativamente a perda de umidade.

Para verificar a significância da regressão e do resíduo, ao nível de 95% de confiança, a análise de variância (ANOVA) foi aplicada utilizando o teste F conforme Tabela 4.2. A partir desta análise o modelo é considerado representativo ( $P \leq 0,05$ ) do fenômeno da quantidade de água durante a desidratação osmótica, uma vez que o F calculado da regressão é superior ao F tabelado.

**Tabela 4.2** - Análise de variância (ANOVA) para quantidade de água

Quantidade de água						
Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>	R <sup>2</sup>
Regressão	119,46	3	39,82	27,10	9,28	0,90
Resíduo	32,27	3	10,75			
Total	151,73	6				

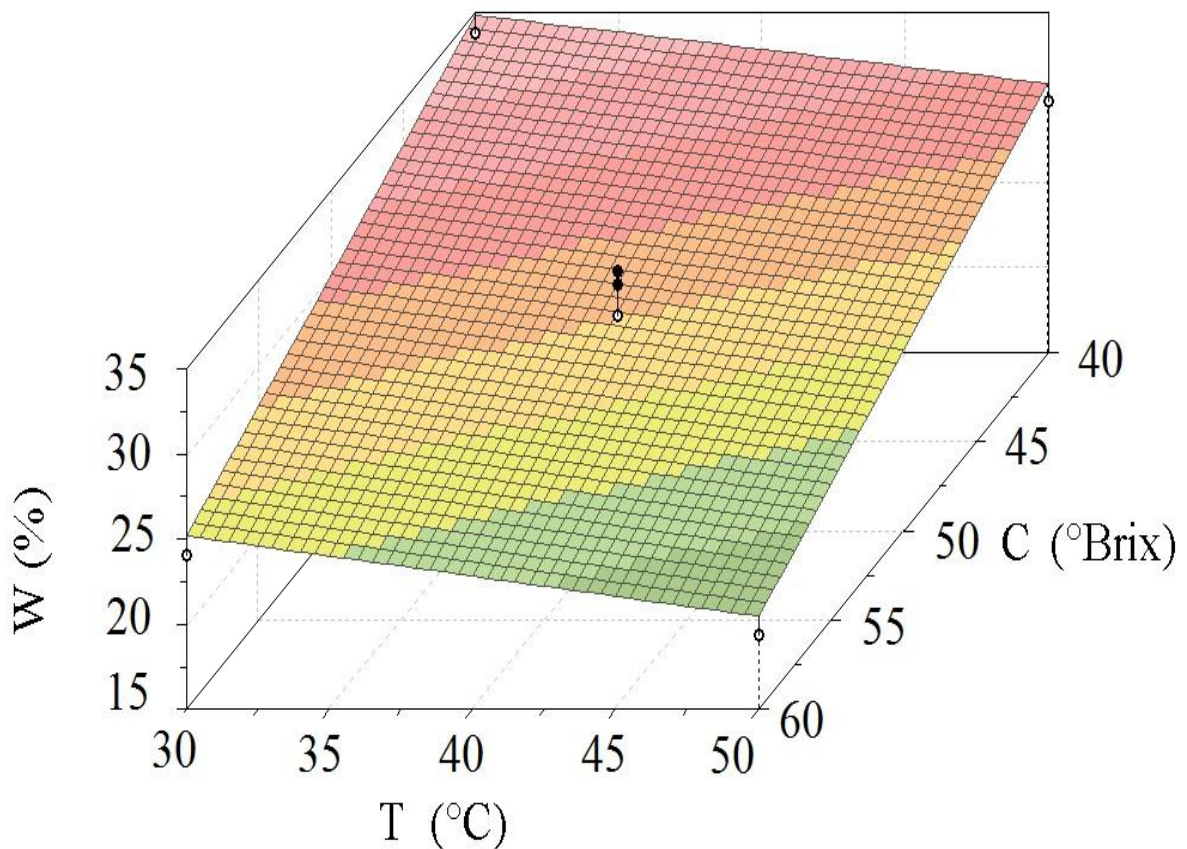
O modelo codificado proposto para representar a quantidade de água na desidratação osmótica de goiaba em solução de açúcar, obtido a partir de uma regressão está representado na equação 11. O coeficiente de determinação do modelo preditivo da quantidade de água



apresentou  $R^2 \geq 0,90$  indicando a capacidade de explicar 90% da variação dos dados observados.

$$\text{Quantidade de água (\%)} = 58,03 - 0,13T - 0,43C - 0,002TC \quad (11)$$

A partir do modelo representativo da quantidade de água das goiabas durante o processo desidratação osmótica sob diferentes temperaturas e concentrações de sacarose a partir do planejamento fatorial  $2^2$  com um ponto central, obteve-se a superfície de resposta apresentada na Figura 4.6.



**Figura 4.6** - Superfície de resposta para a quantidade de água

A análise da Figura 4.6 permite afirmar que, nas condições de estudo, para se obter uma máxima perda de água das fatias de goiaba em solução de sacarose, é necessária uma temperatura de 50 °C e concentração de sacarose de 60 °Brix.

#### 4.1.2 Quantidade de sacarose

Os valores da quantidade de sacarose da goiaba desidratada disponível no apêndice D, foram ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, anteriormente descritos na Tabela 3.4, cujo parâmetros são apresentados na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3** - Coeficientes obtidos no ajuste dos modelos aos dados experimentais da quantidade de sólido durante a desidratação osmótica de pedaços de goiaba

Lewis						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
			a	b		
1	30	40	0,0115		0,9665	276,6
2	50	40	0,0062		0,9506	350,1
3	30	60	0,0065		0,9666	193,29
4	50	60	0,0102		0,9798	161,36
5	40	50	0,0086		0,9183	595,58
6	40	50	0,0091		0,9327	490,69
7	40	50	0,0093		0,9366	525,56
Henderson e Pabis						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
			a	b		
1	30	40	66,5963	0,0144	0,9618	230,9
2	50	40	74,2998	0,0056	0,9502	325,7
3	30	60	0,9906	0,0064	0,9669	192,16
4	50	60	0,9310	0,0093	0,9817	106,69
5	40	50	0,8447	0,0068	0,9259	314,71
6	40	50	0,8561	0,0075	0,9373	266,31
7	40	50	0,8489	0,0075	0,9398	263,81
Wang e Singh						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
			a	b		
1	30	40	0,0053	-0,000003	0,8920	1343,6
2	50	40	0,0043	-0,000002	0,9886	71,85
3	30	60	0,3173	-0,00018	0,9840	135,26
4	50	60	0,3917	-0,00023	0,9507	772,12
5	40	50	0,3467	0,00020	0,9075	1129,13
6	40	50	0,3494	-0,00021	0,9098	1102,90
7	40	50	0,3621	-0,00022	0,9092	1224,52
Peleg						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
			a	B		
1	30	40	0,6432	0,0134	0,9828	87,17
2	50	40	1,8318	0,0117	0,9141	554,60
3	30	60	1,5841	0,0118	0,9450	314,95
4	50	60	0,8408	0,0120	0,9662	201,46
5	40	50	0,8700	0,0135	0,9192	395,32
6	40	50	0,8167	0,0138	0,9402	284,93
7	40	50	0,7467	0,0136	0,9414	291,55

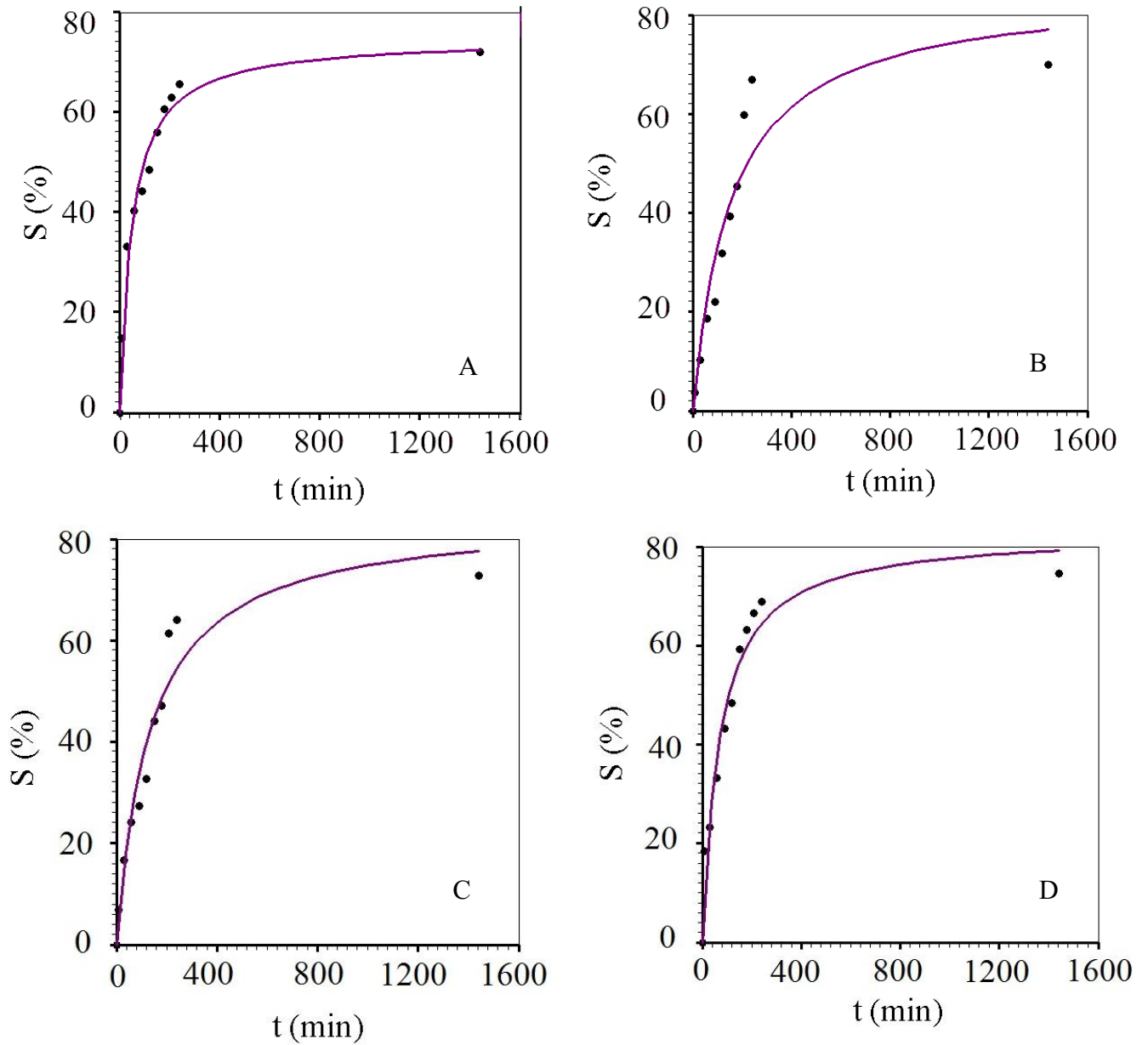
Cont. Tabela 4.3

Page						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	0,0535	0,6682	0,9887	56,21
2	50	40	0,0004	1,5694	0,9767	157,81
3	30	60	0,0036	1,1158	0,9696	181,47
4	50	60	0,0218	0,8387	0,9798	122,86
5	40	50	0,0758	0,5479	0,9477	224,87
6	40	50	0,0695	0,5764	0,9620	163,01
7	40	50	0,0770	0,5574	0,9665	147,81

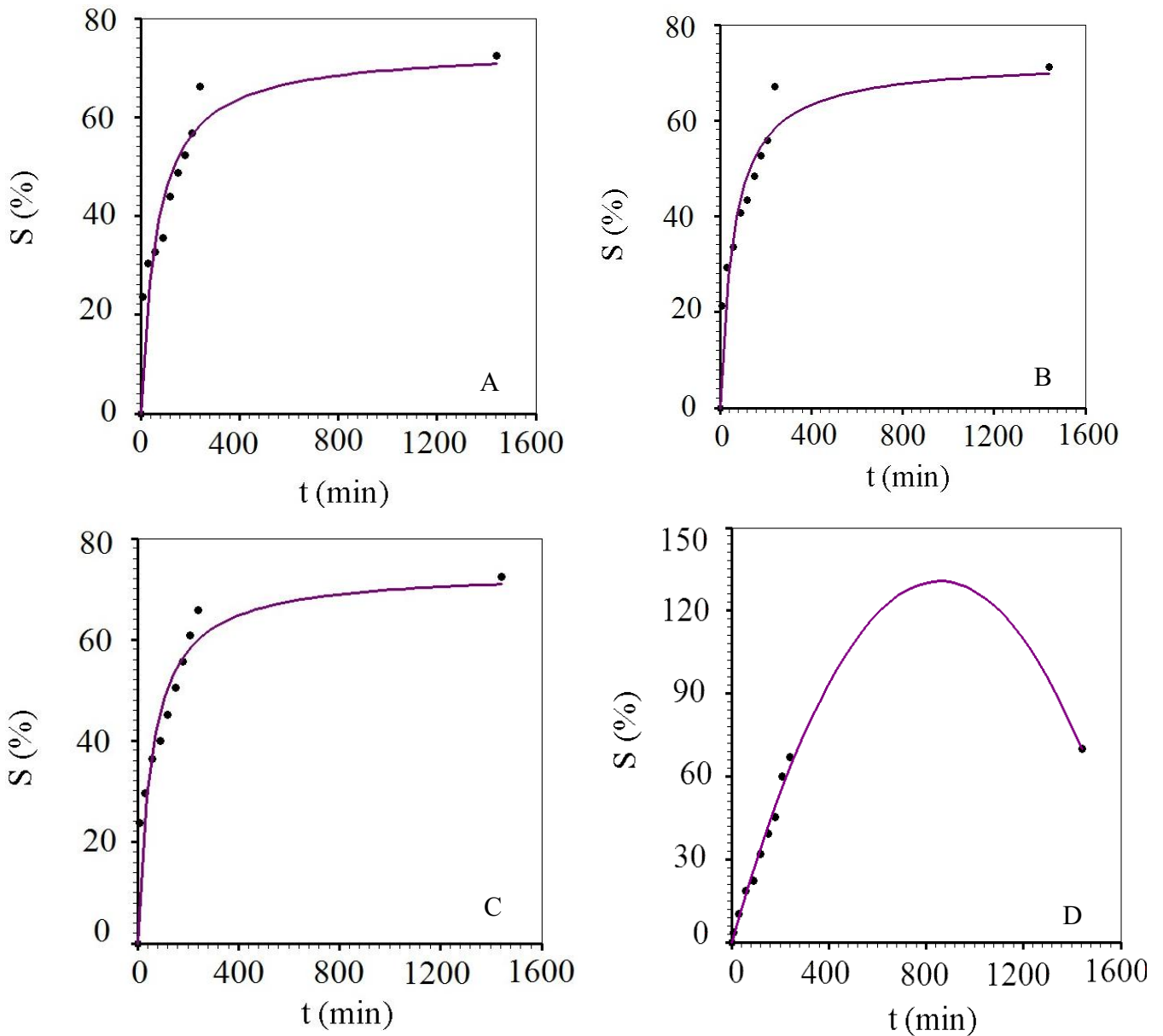
  

Silva et alii						
Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
			a	b		
1	30	40	0,0044	0,0697	0,9897	50,73
2	50	40	0,0089	-0,0303	0,9590	260,84
3	30	60	0,0067	-0,0022	0,9666	192,82
4	50	60	0,0070	0,0327	0,9837	97,27
5	40	50	0,0017	0,0756	0,9529	204,44
6	40	50	0,0022	0,0752	0,9665	144,26
7	40	50	0,0019	0,0792	0,9711	129,84

Os valores observados do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do qui-quadrados ( $\chi^2$ ) para a descrição da quantidade de sacarose a cada tempo da desidratação osmótica, também revelam o modelo de Peleg (Figuras 4.7 e 4.8A a C) como melhor modelo representativo dentre os aplicados neste estudo, seguidos dos modelos de Silva et alii e Page. O modelo de Wang e Singh também mostra-se menos satisfatório para descrição da transferência de massa (Figura 4.8D). A representação gráfica do fenômeno obtida pelo ajuste aos demais modelos são mostradas no apêndice E.



**Figura 4.7** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C) e 60 °Brix e 50 °C (D) ajustadas ao modelo de Peleg



**Figura 4.8** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (A), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (B), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (C) ajustada ao modelo de Peleg. Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 50 °C ajustada ao modelo de Wang e Singh

As curvas do ganho de sacarose representadas na Figura 4.9 mostram o comportamento da absorção do soluto pelas fatias de goiaba para as diferentes condições experimentais neste estudo. Partindo do mesmo princípio da rápida perda de água nas horas iniciais, o ganho de sacarose também apresenta uma maior absorção no fruto nesse período.

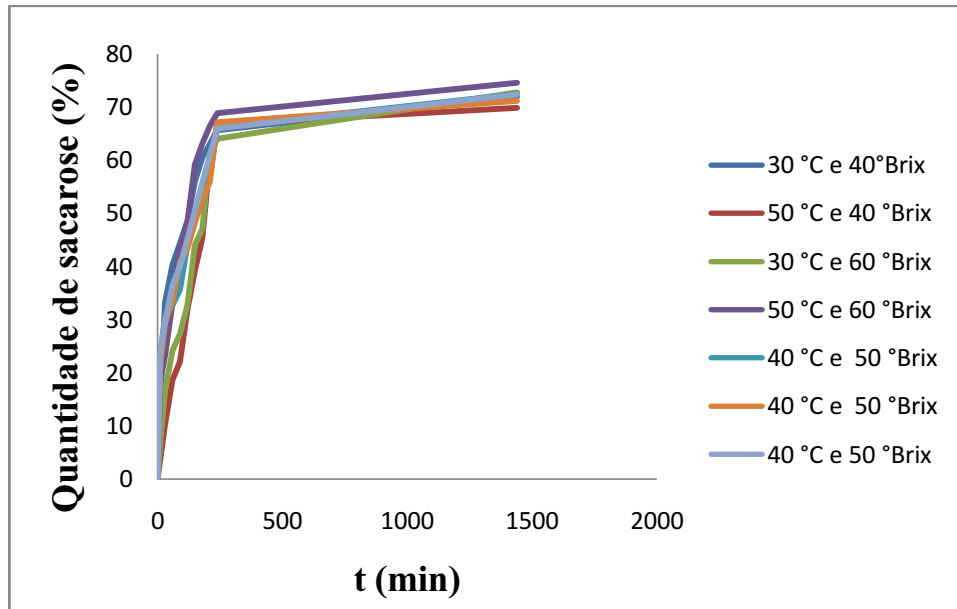


Figura 4.9 - Velocidade do ganho de sacarose durante a desidratação osmótica

Pesquisas iniciais na descrição do fenômeno de ganho de sólidos têm mostrado que a penetração depende em grande parte do tamanho molecular do soluto e parâmetros do processo, tais como a concentração da solução e a temperatura (LAZARIDES et al., 1995). A Figura 4.10 transcreve a influência das variáveis, temperatura de osmose, concentração de sacarose e a interação entre as mesmas sobre o ganho de sacarose durante a desidratação osmótica das goiabas.

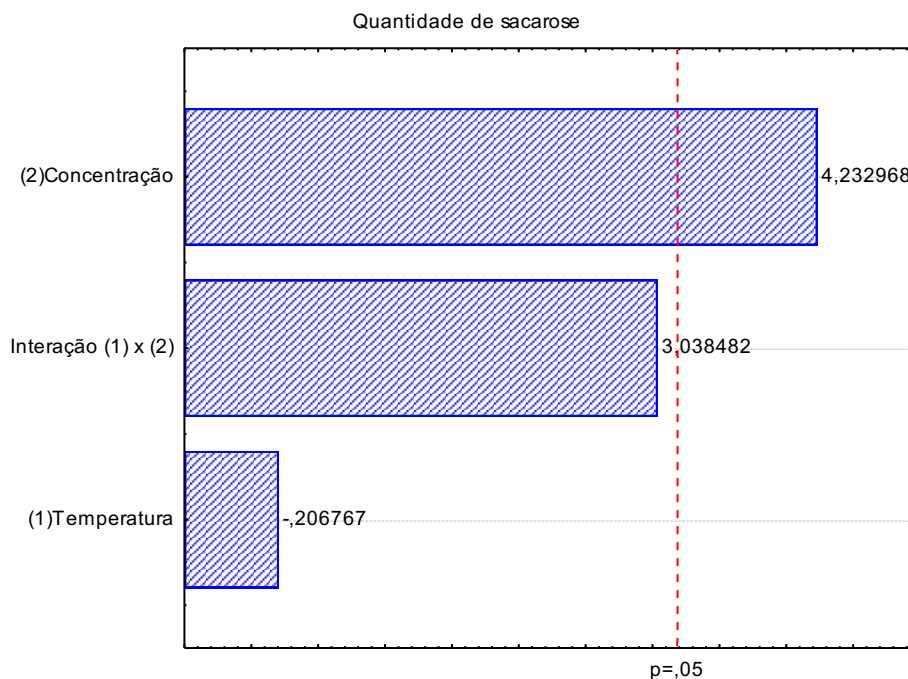


Figura 4.10 - Gráfico de Pareto das variáveis de influência da quantidade de sacarose

A concentração da solução osmótica na etapa de ganho de sacarose da goiaba durante a transferência de massa exerceu influência significativa ( $p < 0,05$ ). Os dados experimentais de ganho de sacarose (apêndice D) mostram que a concentração da solução de 40 para 60 °Brix, ambas sob temperatura de 30 °C proporciona um ganho de sólido de 1,1 g sólidos  $100 \text{ g}^{-1}$  amostra. Quando o mesmo aumento de concentração ocorre à temperatura de 50 °C o ganho de sólidos da goiaba aumenta em 6,7 g sólidos  $(100 \text{ g}_{\text{amostra}})^{-1}$ . Pesquisa realizada para avaliar o efeito das condições de desidratação de laranja (MENDES et al., 2013) também mostram a concentração da solução osmótica com maior efeito positivo no ganho de sólidos, capaz de aumentar 1,6 g sólidos  $(100 \text{ g}_{\text{amostra}})^{-1}$  com a concentração da solução de 30 para 60 °Brix sob uma temperatura de 20 °C.

Conforme a Figura 4.10 tanto a temperatura em que a transferência de massa ocorreu, quanto a interação entre as duas variáveis (concentração x temperatura) não influenciaram o ganho de sacarose. Rahman e Lamb (1990) observaram que a alta temperatura, o soluto não se difunde tão facilmente através da membrana celular, concordando com Beristain et al. (1990) ao afirmarem que o ganho de sólidos durante a desidratação osmótica é menos influenciada pela temperatura.

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para verificar a significância da regressão e do resíduo ao nível de 95% de confiabilidade, utilizando o teste F (Tabela 4.4), obtido para a quantidade de sacarose durante a desidratação osmótica. A interpretação dos resultados considera o modelo preditivo ao nível de 95% de confiança, possuindo o F calculado da regressão superior ao F tabelado, pois segundo Box e Wetz (1973), para que uma regressão possa ser considerada significativa não apenas estatisticamente, mas também útil para fins preditivos, o valor de F calculado para a regressão deve ser, no mínimo, de três a quatro vezes, maior que o valor de F tabelado.

**Tabela 4.4** - Análise de variância (ANOVA) para quantidade de sacarose

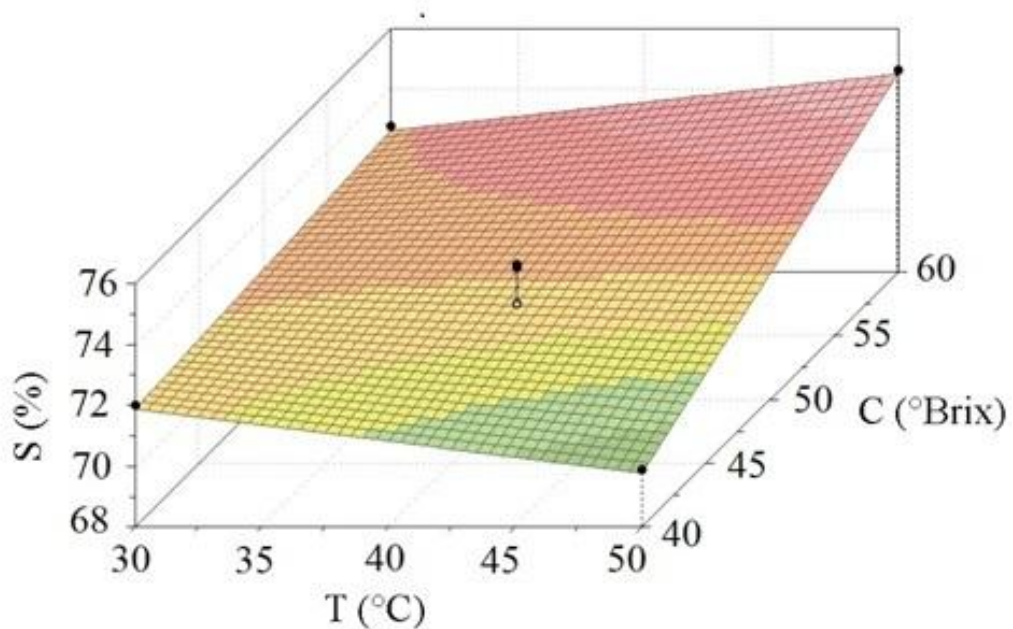
Quantidade de sacarose						
Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>	R <sup>2</sup>
Regressão	11,51	3	3,84	27,20	9,28	0,90
Resíduo	485,75	3	161,92			
Total	497,26	6				

O modelo codificado proposto para representar a quantidade de sacarose na desidratação osmótica de goiaba em solução de açúcar, obtido a partir de uma regressão

encontra-se descrito na equação 12, cujo coeficiente de determinação  $R^2 \geq 0,90$ , indicando a capacidade do modelo de explicar 90% da variação dos dados observados. Almeida et al. (2005) também encontraram modelos propostos para o ganho de sólidos superiores a 0,90. Segundo o autor, quanto maior for a fração descrita pela regressão, ou melhor, quanto mais próximo de 1 for o valor de  $R^2$  melhor será o ajuste do modelo aos dados observados.

$$\text{Quantidade de sacarose (\%)} = 85,32 - 0,50T - 0,26C - 0,009TC \quad (12)$$

A superfície de resposta obtida a partir do modelo proposto para descrição da quantidade de sacarose durante a desidratação osmótica de goiaba sob diferentes temperaturas e concentrações de sacarose a partir do planejamento fatorial  $2^2$  com um ponto central é apresentado na 4.11.



**Figura 4.11** - Superfície de resposta para a quantidade de sacarose

Mesmo a temperatura não apresentando influência significativa sobre o ganho de sacarose da goiaba é perceptível observar na Figura 4.11 que o máximo ganho de sacarose é obtido sob a condição experimental a temperatura de 50 °C e concentração da solução osmótica de 60 °Brix.



## 4.2 Secagem

A Tabela 4.5 mostra os parâmetros do ajuste dos modelos anteriormente descritos na Tabela 3.5, aos dados experimentais de razão de umidade em função do tempo disponíveis no apêndice F, obtidos a partir da secagem de todas as condições da desidratação osmótica da goiaba e do fruto *in natura*, para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

**Tabela 4.5** - Parâmetros de ajuste dos modelos aos dados experimentais da secagem de goiabas pré tratadas osmoticamente secas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Lewis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		$R^2$	$\chi^2$
				a	b		
50 °C	1	30	40	0,0050		0,9988	0,0059
	2	50	40	0,0060		0,9972	0,0230
	3	30	60	0,0076		0,9815	0,1162
	4	50	60	0,0070		0,9897	0,0660
	5	40	50	0,0053		0,9967	0,0289
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0049		0,9988
Lewis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		$R^2$	$\chi^2$
				a	b		
60 °C	1	30	40	0,0076		0,9997	0,0006
	2	50	40	0,0076		0,9952	0,0368
	3	30	60	0,0119		0,9960	0,0294
	4	50	60	0,0100		0,9932	0,0417
	5	40	50	0,0083		0,9996	0,0032
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0051		0,9979
Lewis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		$R^2$	$\chi^2$
				a	b		
70 °C	1	30	40	0,0092		0,9988	0,0037
	2	50	40	0,0078		0,9931	0,0031
	3	30	60	0,0124		0,9955	0,0251
	4	50	60	0,0108		0,9970	0,0166
	5	40	50	0,0077		0,9996	0,0011
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0074		0,9993
Henderson e Pabis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		$R^2$	$\chi^2$
				a	b		
50 °C	1	30	40	0,9749	0,0049	0,9990	0,0028
	2	50	40	0,9425	0,0056	0,9969	0,0083
	3	30	60	0,8647	0,0061	0,9799	22,00
	4	50	60	0,8975	0,0061	0,9892	0,0224
	5	40	50	0,9334	0,0048	0,9969	0,0078
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,9991	0,0049	0,9988

Cont. Tabela 4.5

Henderson e Pabis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
				a	b		
60 °C	1	30	40	1,0019	0,0076	0,9997	0,0006
	2	50	40	0,9183	0,0067	0,9957	0,0101
	3	30	60	0,9376	0,0108	0,9943	0,0179
	4	50	60	0,9193	0,0088	0,9915	0,0199
	5	40	50	0,9772	0,0080	0,9995	0,0011
	<i>In natura</i>	-	-	1,0102	0,0051	0,9976	0,0087
Henderson e Pabis							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
				a	b		
70 °C	1	30	40	0,9823	0,0089	0,9990	0,0026
	2	50	40	0,9823	0,0076	0,9992	0,0019
	3	30	60	0,9492	0,0115	0,9941	0,0177
	4	50	60	0,9508	0,0100	0,9963	0,0089
	5	40	50	0,9956	0,0077	0,9996	0,0010
	<i>In natura</i>	-	-	1,0119	0,0075	0,9991	0,0029
Wang e Singh							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
				a	b		
50 °C	1	30	40	-0,0033	0,26 x 10 <sup>-5</sup>	0,9757	0,1274
	2	50	40	-0,0036	0,32 x 10 <sup>-5</sup>	0,9628	0,2085
	3	30	60	-0,0040	0,39 x 10 <sup>-5</sup>	0,9322	0,4198
	4	50	60	-0,0044	0,48 x 10 <sup>-5</sup>	0,9577	0,2330
	5	40	50	-0,0035	0,29 x 10 <sup>-5</sup>	0,9717	0,1689
	<i>In natura</i>	-	-	-0,0032	0,24 x 10 <sup>-5</sup>	0,9832	0,0920
Wang e Singh							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
				a	b		
60 °C	1	30	40	-0,0047	0,52 x 10 <sup>-5</sup>	0,9721	0,1156
	2	50	40	-0,0044	0,46 x 10 <sup>-5</sup>	0,9619	0,2386
	3	30	60	-0,0050	0,55 x 10 <sup>-5</sup>	0,8989	0,5365
	4	50	60	-0,0053	0,68 x 10 <sup>-5</sup>	0,9414	0,2945
	5	40	50	-0,0048	0,55 x 10 <sup>-5</sup>	0,9656	0,1635
	<i>In natura</i>	-	-	-0,0035	0,31 x 10 <sup>-5</sup>	0,9930	0,0320
Wang e Singh							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
				a	b		
70 °C	1	30	40	-0,0053	0,67 x 10 <sup>-5</sup>	0,9705	0,1408
	2	50	40	-0,0047	0,53 x 10 <sup>-5</sup>	0,9677	0,1455
	3	30	60	-0,0054	0,65 x 10 <sup>-5</sup>	0,9056	0,4710
	4	50	60	-0,0059	0,84 x 10 <sup>-5</sup>	0,9515	0,2222
	5	40	50	-0,0049	0,59 x 10 <sup>-5</sup>	0,9814	0,0797
	<i>In natura</i>	-	-	-0,0044	0,46 x 10 <sup>-5</sup>	0,9754	0,1094

Cont. Tabela 4.5

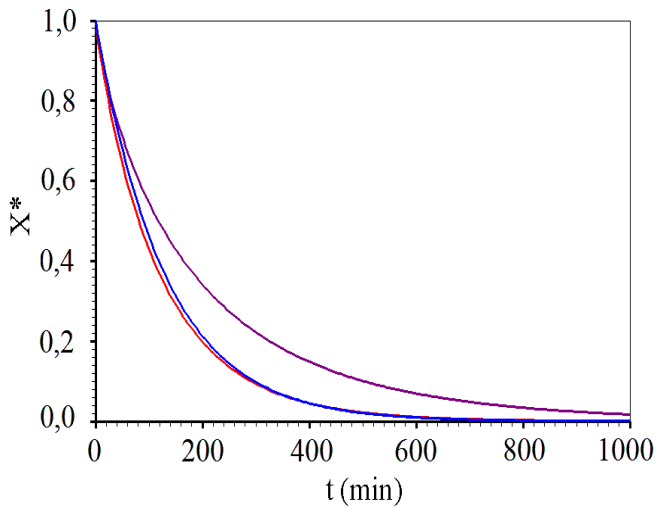
Peleg							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
50 °C	1	30	40	153,3642	0,8025	0,9992	0,0022
	2	50	40	117,6313	0,8494	0,9988	0,0039
	3	30	60	74,9677	0,9323	0,9909	0,0247
	4	50	60	64,7662	0,8912	0,9988	19,000
	5	40	50	134,7282	0,8410	0,9980	0,0073
	<i>In natura</i>	-	-	166,6994	0,7717	0,9958	0,0144
Peleg							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
60 °C	1	30	40	104,3096	0,7952	0,9961	0,0116
	2	50	40	90,4734	0,8604	0,9950	0,0148
	3	30	60	53,9916	90,6562	0,9977	0,0052
	4	50	60	64,7692	0,8912	0,9988	0,0029
	5	40	50	91,1658	0,8231	0,9968	0,0081
	<i>In natura</i>	-	-	175,3666	0,7173	0,9957	0,0132
Peleg							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
70 °C	1	30	40	85,4275	0,8053	0,9944	0,0140
	2	50	40	97,5205	0,8152	0,9984	0,0043
	3	30	60	52,7158	0,8988	0,9980	0,0047
	4	50	60	65,0259	0,8593	0,9993	0,0014
	5	40	50	106,6831	0,7743	0,9972	0,0076
	<i>In natura</i>	-	-	110,2911	0,7831	0,9936	0,0208
Page							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
50 °C	1	30	40	0,0074	0,9290	0,9993	0,0022
	2	50	40	0,0139	0,8395	0,9990	0,0029
	3	30	60	0,0397	0,6701	0,9959	0,0090
	4	50	60	0,0264	0,7395	0,9964	0,0078
	5	40	50	0,0137	0,8278	0,9991	0,0052
	<i>In natura</i>	-	-	0,0041	1,0353	0,9989	0,0043
Page							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
60 °C	1	30	40	0,0075	1,0035	0,9998	0,0006
	2	50	40	0,0199	0,8080	0,9963	0,0096
	3	30	60	0,0029	0,7962	0,9986	0,0033
	4	50	60	0,2942	0,7698	0,9993	0,0015
	5	40	50	0,0111	0,9395	0,9996	0,0009
	<i>In natura</i>	-	-	0,0030	1,0959	0,9988	0,0041

Cont. Tabela 4.5

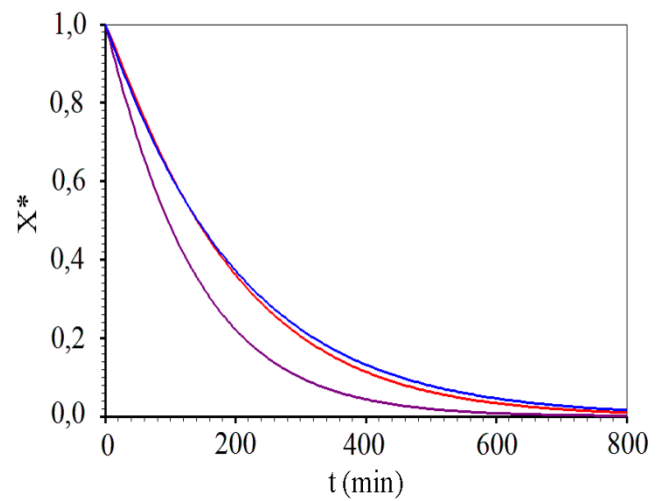
Page							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
70 °C	1	30	40	0,0100	0,9820	0,9987	0,0035
	2	50	40	0,0106	0,9378	0,9997	0,0020
	3	30	60	0,0281	0,8142	0,9984	0,0038
	4	50	60	0,0221	0,8447	0,9995	0,0009
	5	40	50	0,0076	1,0038	0,9996	0,0011
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0054	1,0606	0,9995
Silva et alii							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
50 °C	1	30	40	0,0044	0,0087	0,9995	0,0015
	2	50	40	0,0043	0,0219	0,9994	0,0015
	3	30	60	0,0028	0,0562	0,9973	0,0058
	4	50	60	0,0037	0,0407	0,9981	0,0039
	5	40	50	0,0036	0,0226	0,9993	0,0018
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0051	-0,0015	0,9987
Silva et alii							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
60 °C	1	30	40	0,0077	-0,0008	0,9997	0,0061
	2	50	40	0,0049	0,0311	0,9980	0,0048
	3	30	60	0,0074	0,0391	0,9977	0,0059
	4	50	60	0,0056	0,0423	0,9990	0,0021
	5	40	50	0,0074	0,0095	0,9997	0,0006
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0056	-0,0066	0,9990
Silva et alii							
Temperatura secagem	Experimento	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Parâmetro		R <sup>2</sup>	$\chi^2$
				a	b		
70 °C	1	30	40	0,0087	0,0052	0,9988	0,0030
	2	50	40	0,0070	0,0087	0,9997	0,0007
	3	30	60	0,0082	0,0355	0,9972	0,0070
	4	50	60	0,0077	0,0281	0,9992	0,0016
	5	40	50	0,0077	0,0062	0,9996	0,0011
	<i>In natura</i>	-	-	-	0,0079	-0,0066	0,9993

Com base nos parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos aos dados experimentais de secagem das fatias de goiaba pré tratadas osmoticamente em diferentes tratamentos e *in natura*, temos o modelo de Page com os melhores parâmetros da modelagem, maiores R<sup>2</sup> e menores valores de  $\chi^2$ . Os modelos de Wang e Singh possui parâmetros de ajuste insatisfatórios dentre os modelos aplicados; os modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Peleg e Silva et alii, assim como o modelo de Page representam satisfatoriamente o fenômeno

da secagem. A Figura representativa de ajuste do modelo de Page nas três temperaturas de secagem é mostrada nas Figuras 4.12 e 4.13.



**Figura 4.12** - Ajuste do modelo de Page aos dados da secagem de goiabas pré tratadas nas condições de 40 °Brix e 50 °C



**Figura 4.13** - Ajuste do modelo de Page aos dados da secagem de goiabas *in natura*

Figueira (2014), ao secar polpa de pequi pré-tratada osmoticamente, obteve o modelo de Page com os melhores ajustes aos dados experimentais, com  $R^2$  0,9548. Silva et al. (2014) também encontraram o modelo de Page como um dos melhores modelos de ajuste aos dados experimentais de secagem de bananas obtendo valores de  $R^2$  e qui-quadrado próximos de 0,9997 e  $1,0 \times 10^{-3}$  respectivamente.

Os valores dos parâmetros não apresentam comportamento definido, apesar de Silva et al. (2008) e Figueirêdo et al. (2013) ao ajustarem modelos matemáticos às curvas de secagem de polpa de tamarindo e de mangaba pelo método foam-mat, afirmarem que o parâmetro que indica a velocidade da taxa de secagem ( $a$ ), aumenta gradativamente com o aumento da temperatura. Em produtos pré tratados osmoticamente esse característica pode ser alterada pelo fato do ganho de sacarose formar uma barreira de proteção contra a saída da água.

Analisando a Figura 4.24 observa-se que o período de taxa constante não é observado durante a secagem. A goiaba após a desidratação osmótica não apresenta camada de água livre na superfície do produto o que impede a rápida transferência de massa; durante o processo acontece a difusão da água do interior do fruto para a superfície. A Figura 4.13 mostra as curvas de secagem da goiaba *in natura*, nas quais ao contrário da goiaba pré tratada, observa-se um pequeno período de taxa constante.

Perez et al. (2013) ao secarem polpa de cupuaçu pré tratada, observaram nas curvas apenas o período de taxa decrescente; segundo os autores a transferência interna de água é quem governa e fixa a taxa de secagem.

O tempo de secagem da goiaba pré tratada e *in natura* foi praticamente o mesmo para as três temperaturas estudadas. Apesar de o tratamento osmótico diminuir consideravelmente o conteúdo de água do fruto, a impregnação de solutos dificulta a saída de água durante a secagem convectiva.

Estudos anteriores (BIDWELL, 1979; KARATHANOS et al., 1995; SIMAL et al., 1997) afirmam a diminuição da eficiência da secagem pela presença de solutos no tecido vegetal, uma vez que a interação da água com os sólidos solúveis é bem maior do que a interação com substâncias celulósicas e protéicas naturalmente presentes nos vegetais. Park et al. (2014) relatam sobre a existência da contribuição do soluto durante a secagem, afirmando haver diminuição da taxa de secagem quando os mesmos estão presentes nos produtos em quantidades elevadas.

Silva et al. (2013a) também não encontraram variação no tempo de secagem para os diferentes tratamentos na obtenção de tiras de coco pré tratadas dentro de uma mesma faixa de temperatura.

### **4.3 Determinações analíticas**

#### **4.3.1 Goiaba *in natura***

Os resultados das análises físico químicas das goiabas *in natura*, referente às suas médias e desvio padrão encontram-se descritas na Tabela 4.6. O valor médio de sólidos solúveis totais, encontra-se dentro da faixa relatada por Coser et al. (2014) em seus estudos sobre a diversidade genética de seleções de goiabeiras Cortibel, variando de 7,40 à 11,40 °Brix. Silva et al. (2011a) ao trabalharem com goiaba ‘Paluma’ constataram valores de sólidos solúveis variando de 9,50 a 12,00 °Brix.

O parâmetro pH observado na goiaba *in natura* é inferior ao encontrado por Bialves et al. (2012) para a goiaba Paluma madura (3,80). O resultado encontrado para a acidez é inferior ao valor de 1,1 relatado para a goiaba paluma *in natura* (GRIGIO et al., 2011).

**Tabela 4.6** - valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da goiaba Paluma *in natura*

<b>Goiaba <i>in natura</i></b>	
Sólidos solúveis totais	9,30 ± 0,01
pH	3,72 ± 0,14
Acidez	0,46 ± 0,02
Cinzas	0,42 ± 0,08
Açúcares redutores	5,82 ± 0,32
Açúcares Totais	7,01 ± 0,01
A <sub>w</sub>	0,98 ± 0,01
L*	44,64 ± 0,05
H*	12,90 ± 0,21
C*	32,62 ± 0,01

O percentual de cinzas da amostra traduz a quantidade geral de minerais presentes no produto. Para o fruto em estudo encontramos um valor de 0,42%, considerado significativo do ponto de vista nutricional.

Os valores médios de açúcares totais encontra-se acima do valor relatado por Lima et al. (2002) para a variedade paluma em seu completo estágio de maturação, cujo autores relatam um percentual de 4,61% de açúcares totais na goiaba de polpa vermelha. Os açúcares redutores responsável pela maior parte dos açúcares presente nos frutos *in natura* estão presentes principalmente na forma de frutose. Os resultados da Tabela 4.6 revelam um percentual de 83% de açúcares redutores presentes na goiaba paluma, em relação à quantidade total dos açúcares.

O valor de A<sub>w</sub> encontrado para a goiaba *in natura* (0,98) corrobora com a classificação de Fellows (2006) ao afirmar que alimentos com atividade de água superior a 0,95 estão classificados como alimentos frescos e altamente perecíveis, uma vez que a goiaba é um fruto altamente perecível suscetível à rápida deterioração.

A análise instrumental de cor fornece as coordenadas cromáticas (L\*, H\*, C\*), onde o L\* referente a luminosidade da amostra, varia de 0 a 100, em que o valor 0 indica cor escura e o 100, a cor clara. Para H\*, o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro. Assim, valores de H\* próximos de 90, indicam tonalidade amarela, e, quanto mais próximos de 0, a tonalidade vermelha. Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de C\*, mais viva a cor observada. Assim, a partir do resultados

observados na Tabela 4.6 a goiaba *in natura* é classificada como uma polpa de tonalidade vermelho claro de cor vibrante.

#### 4.3.2 Goiaba-passa

A partir dos resultados da caracterização físico-química da goiaba-passa, realizou-se a análise de variância dos parâmetros de diferentes tratamentos osmóticos e *in natura*, ambos submetidos à secagem nas três temperaturas, descritos na Tabela 4.7.

**Tabela 4.7** - Análise de variância das características físico-químicas de goiaba-passa

FV	Quadrado Médio					
	GL	Acidez	pH	SS	A <sub>w</sub>	Açúcares Redutores
Tratamentos	17	0,02008**	0,05813**	309,87255**	0,00340**	192,94529**
Resíduo	36	0,00224	0,00009	0,69444	0,00001	1,53360
Total	53	---	---	---	---	---

FV	Quadrado Médio					
	GL	Açúcares Totais	Cinzas	L*	Cor H*	C*
Tratamentos	17	348,77744**	0,34590**	9,40888**	28,86484**	14,65380**
Resíduo	36	0,61816	0,00436	0,09328	0,10243	0,34663
Total	53	---	---	---	---	---

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

Os valores médios dos tratamentos de todos os parâmetros físico-químicos avaliados da goiaba-passa apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores da comparação de medidas, referentes aos resultados da caracterização físico-química das goiabas passa em seus diferentes tratamentos encontram-se descritas nas Tabelas 4.8 a 4.15.

Analisando a Tabela 4.8, onde todos os tratamentos diferiram significativamente ( $p \geq 0,05$ ), percebemos que os sólidos solúveis estão em maior quantidade nas amostras desidratadas sob condições de temperatura mais elevada e maior concentração de sacarose. As goiabas submetidas a um mesmo tratamento osmótico apresentam um maior valor de sólidos solúveis, quando secas a uma temperatura mais elevada.



**Tabela 4.8** - Médias dos sólidos solúveis da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	Sólidos solúveis
50 °C	30	40	25,50 de
	50	40	25,00 e
	30	60	37,00 c
	50	60	41,50 c
	40	50	26,00 de
	<i>In natura</i>		
60 °C	30	40	26,50 de
	50	40	28,00 d
	30	60	37,50 c
	50	60	47,50 a
	40	50	27,00 de
	<i>In natura</i>		
70 °C	30	40	25,00 e
	50	40	27,50 de
	30	60	38,50 c
	50	60	48,00 a
	40	50	27,00 de
	<i>In natura</i>		
DMS			2,55
CV%			2,82

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O maior valor de sólidos solúveis (48 °Brix) foi obtido sob a desidratação à 50 °C e 60 °Brix com secagem complementar de 70°C. A menor quantidade de sólidos solúveis foi encontrada para o tratamento *in natura* seco à 60 °C. Souza et al. (2011) relatam que o aumento dos sólidos solúveis durante a produção de passas está associado tanto ao ganho de sólidos na desidratação quanto à concentração (evaporação de água) durante a secagem.

A média de pH para os tratamentos nas três temperaturas de secagem está descrito na Tabela 4.9, onde se observa diferença significativa nos valores seguidos de letras distintas.

Apesar de sofrerem variação nos valores de pH quando submetidas aos tratamentos, as goiabas apresentaram uma variação de 3,24 à 3,68. Comparando estes resultados com os descritos na Tabela 4.6 para o fruto *in natura*, observa-se uma pequena diminuição de pH, o que segundo Derossi et al. (2015) pode estar atribuído ao aumento da concentração de íons de hidrogênio causado pela retirada da água.

**Tabela 4.9** - Médias de pH da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	pH
50 °C	30	40	3,60 b
	50	40	3,24 l
	30	60	3,27 jl
	50	60	3,68 a
	40	50	3,46 f
<i>In natura</i>			3,61 b
60 °C	30	40	3,54 d
	50	40	3,51 e
	30	60	3,34 i
	50	60	3,54 d
	40	50	3,37 gh
<i>In natura</i>			3,39 g
70 °C	30	40	3,57 c
	50	40	3,33 i
	30	60	3,36 hi
	50	60	3,61 b
	40	50	3,60b
<i>In natura</i>			3,29 j
DMS			0,03
CV%			0,28

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A acidez total titulável (ATT) das goiabas passa também apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 4.10), a mesma revelou faixa de variação de 0,22 à 0,52. Os maiores teores de acidez são observados nas goiabas desidratadas à 30 °C e 60 °Brix para todas as temperaturas de secagem. Segundo Manica et al. (2000), a acidez assume critérios de avaliação e classificação do sabor, encontrando valores de acidez da goiaba *in natura* variando de 0,24 a 1,79% de ácido cítrico, permitindo classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito como fruto de mesa.

Ao compararmos os teores de ATT dos tratamentos com o resultado obtido para o fruto *in natura* (Tabela 4.6) verifica-se que o parâmetro avaliado não apresenta comportamento definido. Udomkun et al. (2015) observaram diminuição da acidez do mamão submetido a desidratação osmótica seguido de secagem convectiva.

**Tabela 4.10** - Médias da Acidez da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	Acidez
50 °C	30	40	0,42 abcd
	50	40	0,27 def
	30	60	0,48 ab
	50	60	0,26 ef
	40	50	0,36 bcdf
	<i>In natura</i>		
60 °C	30	40	0,39 abcde
	50	40	0,22 f
	30	60	0,43 abc
	50	60	0,25 ef
	40	50	0,32 cdef
	<i>In natura</i>		
70 °C	30	40	0,42 abc
	50	40	0,29 cdef
	30	60	0,52 a
	50	60	0,31 cdef
	40	50	0,38 abcde
	<i>In natura</i>		
DMS			0,14
CV%			13,07

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para as médias dos tratamentos obtidas na análise de cinzas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 4.11, observamos diferença significativa entre as médias seguidas por letras diferentes. A análise destes resultados (Tabela 4.11) permite afirmar que o conteúdo de cinzas não apresenta comportamento definido para os tratamentos, porém comparando as médias dos tratamentos com o percentual de cinzas encontrado neste estudo para a goiaba *in natura* disponível na Tabela 4.6, verifica-se que o tratamento osmótico seguido de secagem provoca um aumento considerável no percentual de cinzas. O ganho de sólidos pelo tratamento osmótico, seguido da concentração dos mesmos durante a secagem provoca elevação do conteúdo mineral do alimento, permitindo a constatação pelo aumento no percentual de cinzas da goiaba.

Elias et al. (2008) ao avaliarem o teor de cinzas de caqui desidratado osmoticamente seguido de secagem convectiva, mostram um aumento de 94% no teor de cinzas das amostras após o processo.

**Tabela 4.11** - Médias do percentual de cinzas da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	Cinzas
50 °C	30	40	1,15 cd
	50	40	1,14 cd
	30	60	1,09 cd
	50	60	1,38 b
	40	50	1,12 cd
	<i>In natura</i>		
60 °C	30	40	1,23 bc
	50	40	1,00 d
	30	60	1,00 d
	50	60	1,37 b
	40	50	1,18 cd
	<i>In natura</i>		
70 °C	30	40	1,24 bc
	50	40	1,12 cd
	30	60	1,64 a
	50	60	1,21 bc
	40	50	1,11 cd
	<i>In natura</i>		
DMS			0,20
CV%			5,23

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O percentual de açúcares redutores apresentados na Tabela 4.12, variou de 8,27 a 34,83 entre os tratamentos. Apesar da sacarose empregada no processo osmótico ser um açúcar não redutor, é observado um aumento de açúcares redutores em todos os tratamentos. Trabalhos já realizados demonstraram haver aumento no conteúdo de açúcares redutores em função da atividade hidrolítica (MARQUES et al., 2007) ocasionada pelo aumento da temperatura durante a desidratação provocando inversão da sacarose.

Os maiores percentuais de AR são observados para os tratamentos que utilizam a combinação de alta temperatura e grande concentração de sacarose (50 °C e 60 °Brix), os quais obtiveram um maior ganho de açúcar durante o processo, de acordo com os resultados da Tabela 4.8 e apêndice D.

Verificando a influência da temperatura nos AR dos tratamentos, apenas o T4 (50 °C e 60 °Brix) não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para as médias obtidas nas três temperaturas de secagem; os demais tratamentos apresentaram diferença significativa para as médias seguidas de letras diferentes na Tabela 4.12.

**Tabela 4.12** - Médias da quantidade de açúcares redutores da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	Açúcares redutores
50 °C	30	40	17,34 e
	50	40	29,03 bc
	30	60	19,97 de
	50	60	34,83 a
	40	50	26,29 bc
	<i>In natura</i>		8,27 g
60 °C	30	40	18,83 de
	50	40	26,09 c
	30	60	18,45 de
	50	60	34,18 a
	40	50	26,15 c
	<i>In natura</i>		12,54 f
70 °C	30	40	21,20 d
	50	40	29,96 b
	30	60	17,17 e
	50	60	34,83 a
	40	50	25,79 c
	<i>In natura</i>		11,93 fg
DMS			3,79
CV%			5,40

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os resultados das médias dos açúcares totais (AT) da goiaba-passa estão apresentados na Tabela 4.13. Assim como observado nos AR, o tratamento osmótico seguido de secagem provocou o aumento do percentual total de açúcares a partir da incorporação da sacarose e da concentração de sólidos naturalmente presentes no fruto.

Germer et al. (2011) em seus estudos sobre desidratação osmótica de pêssegos em solução de sacarose, também verificaram aumento do conteúdo total de açúcares após a desidratação osmótica.

**Tabela 4.13** - Médias da quantidade de açúcares totais da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	Açúcares totais
50 °C	30	40	21,26 i
	50	40	37,98 c
	30	60	25,30 h
	50	60	37,58 c
	40	50	30,82 ef
	<i>In natura</i>		11,49 l

Cont. Tabela 4.13

60 °C	30	40	20,09 i
	50	40	31,80 de
	30	60	22,47 i
	50	60	48,17 b
	40	50	28,80 fg
<i>In natura</i>			17,14 j
70 °C	30	40	25,14 h
	50	40	33,78 d
	30	60	20,60 i
	50	60	51,70 a
	40	50	28,31 g
<i>In natura</i>			15,30 j
DMS			2,40
CV%			2,79

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os valores correspondentes a atividade de água da goiaba-passa nos seus diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 4.14.

**Tabela 4.14** - Médias da atividade de água da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	A <sub>w</sub>
50 °C	30	40	0,62 g
	50	40	0,64 f
	30	60	0,69 a
	50	60	0,69 a
	40	50	0,67 b
<i>In natura</i>			0,59 h
60 °C	30	40	0,62 g
	50	40	0,64 f
	30	60	0,67 b
	50	60	0,68 a
	40	50	0,65 de
<i>In natura</i>			0,59 h
70 °C	30	40	0,60 h
	50	40	0,62 g
	30	60	0,66 cd
	50	60	0,67 bc
	40	50	0,65 e
<i>In natura</i>			0,59 h
DMS			0,009
CV%			0,47

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os resultados obtidos para a atividade de água, mostram diferença significativa entre os valores seguidos de letras distintas. A menor A<sub>w</sub> é observado para a goiaba *in natura* por

não possuir camada de açúcar superficial, o que facilita a transferência de massa quando comparada aos demais tratamentos.

As amostras pré tratadas osmoticamente apresentaram os maiores valores de  $A_w$  devido a camada superficial de açúcar caramelizar durante a secagem dificultando a saída de água; assim mesmo com o teor de água padronizado para os tratamentos verifica-se variação entre os valores de atividade de água.

A Tabela 4.15 mostra os valores das coordenadas cromáticas ( $L^*$ ,  $H^*$ ,  $C^*$ ) obtidos para os diferentes tratamentos da goiaba-passa. Verifica-se que as amostras *in natura* seguidas de secagem obtiveram os maiores valores de  $L^*$  quando comparadas as amostras pré-tratadas osmoticamente, indicando uma coloração mais escura.

Após a goiaba *in natura* o tratamento que apresentou os maiores valores de luminosidade, para as temperaturas de secagem de 60 e 70 °C, foram as goiabas submetidas a desidratação nas condições de 50 °C e 60 °Brix; este fato pode estar atribuído a quantidade de açúcar aderida a superfície do produto, que ao entrar em contato com a temperatura provoca o escurecimento a partir da caramelização.

**Tabela 4.15** - Médias dos parâmetros de cor da goiaba submetida a diferentes tratamentos osmóticos e secagem complementar

Temperatura de secagem	Temperatura de osmose	Concentração de sacarose	$L^*$	$H^*$	$C^*$
50 °C	30	40	36,85 ab	18,78 fgh	33,25 ghi
	50	40	33,60 ef	19,99 de	32,09 hi
	30	60	35,27 d	18,08 hi	35,92 bcd
	50	60	36,29 bc	25,12 b	36,14 bc
	40	50	34,49 de	19,35 defg	36,21 bc
		<i>In natura</i>		37,74 a	18,46 ghi
60 °C	30	40	34,75 d	18,74 fgh	34,33 defg
	50	40	34,91 d	19,55 def	32,19 hj
	30	60	36,77 d	19,17 efg	35,00 cdefg
	50	60	35,01 d	24,97 bc	38,38 a
	40	50	32,34 gh	18,61 fgh	33,72 efgh
		<i>In natura</i>		35,37 cd	19,13 efg
70 °C	30	40	32,75 fg	19,93 de	31,68 i
	50	40	31,68 hi	24,13 c	39,04 a
	30	60	31,22 i	27,52 a	37,67 ab
	50	60	34,87 d	25,74 b	38,16 a
	40	50	33,34 f	17,62 i	33,50 fgh
		<i>In natura</i>		36,37 b	20,27 d
DMS			0,93	0,98	1,80
CV%			0,88	1,54	1,67

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Nos tratamentos secos a 50 °C nota-se o maior valor de luminosidade entre as amostras pré-tratadas na condição experimental 1 (30 °C e 40 °Brix), a qual apesar de não possuir uma maior quantidade de açúcar apresenta uma maior quantidade de água, formando um “melaço” mais intenso, que ao entrar em contato com a temperatura por um período mais prolongado provoca um maior escurecimento da superfície.

Mancilla-Nuñez et al. (2013) verificaram valores de luminosidade de morangos pré tratados osmoticamente inferiores aos do fruto fresco, indicando cor mais escura do morango fresco comparado com as amostras tratadas com a desidratação osmótica.

O valor da tonalidade cromática H\*, apresentou diferença significativa entre os tratamentos seguidos de letras distintas, porém analisando os valores das médias descritos na Tabela 4.15, é perceptível uma variação de 18,08 – 20,27 de quase todos os tratamentos, exceto para a condição experimental 4 (50 °C e 60 °Brix) que variou de 24,97 a 25,74 para as três temperaturas de secagem.

Utilizando a escala da H\* verificamos uma proximidade de 0 para todos os tratamentos, revelando a tendência da coloração vermelha. O fato da condição experimental 4 não estar tão próxima do vermelho puro quando comparada com os demais tratamentos, está atribuída ao maior percentual de açúcar, o qual submetido ao aquecimento provoca a caramelização que altera a coloração natural do fruto. Assim podemos afirmar que a presença de açúcar em grande quantidade provocou alterações na coloração das passas de goiaba.

Os valores médios de croma C\* variaram de 31,68 a 39,04 ente os tratamentos; comparando os valores obtidos após o tratamento osmótico e secagem, com os resultados da goiaba *in natura* (Tabela 4.6) verifica-se aumento dos valores de C\* indicando cores mais fortes para as goiabas passa. O aumento na concentração de sólidos proporciona cores mais fortes aos alimentos, resultando em maiores valores de C\* (MENDES et al., 2013).

Atares et al. (2011) ao estudarem o efeito das condições de desidratação osmótica sobre a qualidade da banana, verificaram modificações na cor da banana fresca como o tratamento osmótico, sendo a L\* e o H\* significativamente reduzidos ( $p \leq 0,05$ ), após 4 horas de D.O.

#### **4.4 Análise microbiológica**

O resultado das avaliações microbiológicas das amostras de goiaba-passa, obtidas por tratamento osmótico e secagem convectiva complementar estão apresentados na Tabela 4.16.



**Tabela 4.16** - Resultado das análises microbiológicas de amostras de goiaba-passa

<b>Amostra</b>	<b>Análise</b>	<b>Resultado</b>	<b>Padrão</b>
Desidratada a 40°C e 50°Brix, seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	0,0	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência
Desidratada a 50°C e 60°Brix, seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	0,0	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência
Desidratada a 30°C e 40°Brix, seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	9,2	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência
Desidratada a 30°C e 60°Brix, seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	0,0	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência
Desidratada a 50°C e 40°Brix, seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	0,0	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência
Goiaba <i>in natura</i> seguida de secagem complementar	Coliformes a 45 °C/g	0,0	Max 10 <sup>2</sup> /g
	Salmonella sp.	Ausência	Ausência

Verifica-se, a partir dos resultados da Tabela 4.16 que todas as amostras submetidas à análise de qualidade microbiológica satisfazem os padrões de qualidade vigente quanto aos parâmetros avaliados. Desta forma, as goiabas passa obtidas pela técnica em estudo, não oferecem risco a saúde dos consumidores podendo ser submetidas a análise sensorial.

Os laudos que atestam a qualidade microbiológica das amostras estão disponíveis no Anexo 2.

#### 4.5 Análises sensorial

O resultado do teste comparativo de médias para os atributos sensoriais avaliados por meio do teste de Tukey está apresentado na tabela 4.17. onde é observado diferença significativa à 95% de confiança entre as médias das características avaliadas para cada tratamento seguidas de letras diferentes.

As goiabas passa obtida por desidratação em solução osmótica nas concentrações 40 e 60 °Brix, ambas sob as temperaturas de 30 e 50 °C não apresentaram diferença significativa entre as médias atribuídas pelos provadores para o atributo aparência; porém diferiram dos tratamentos *in natura* e desidratada à 50 °Brix e 40 °C.

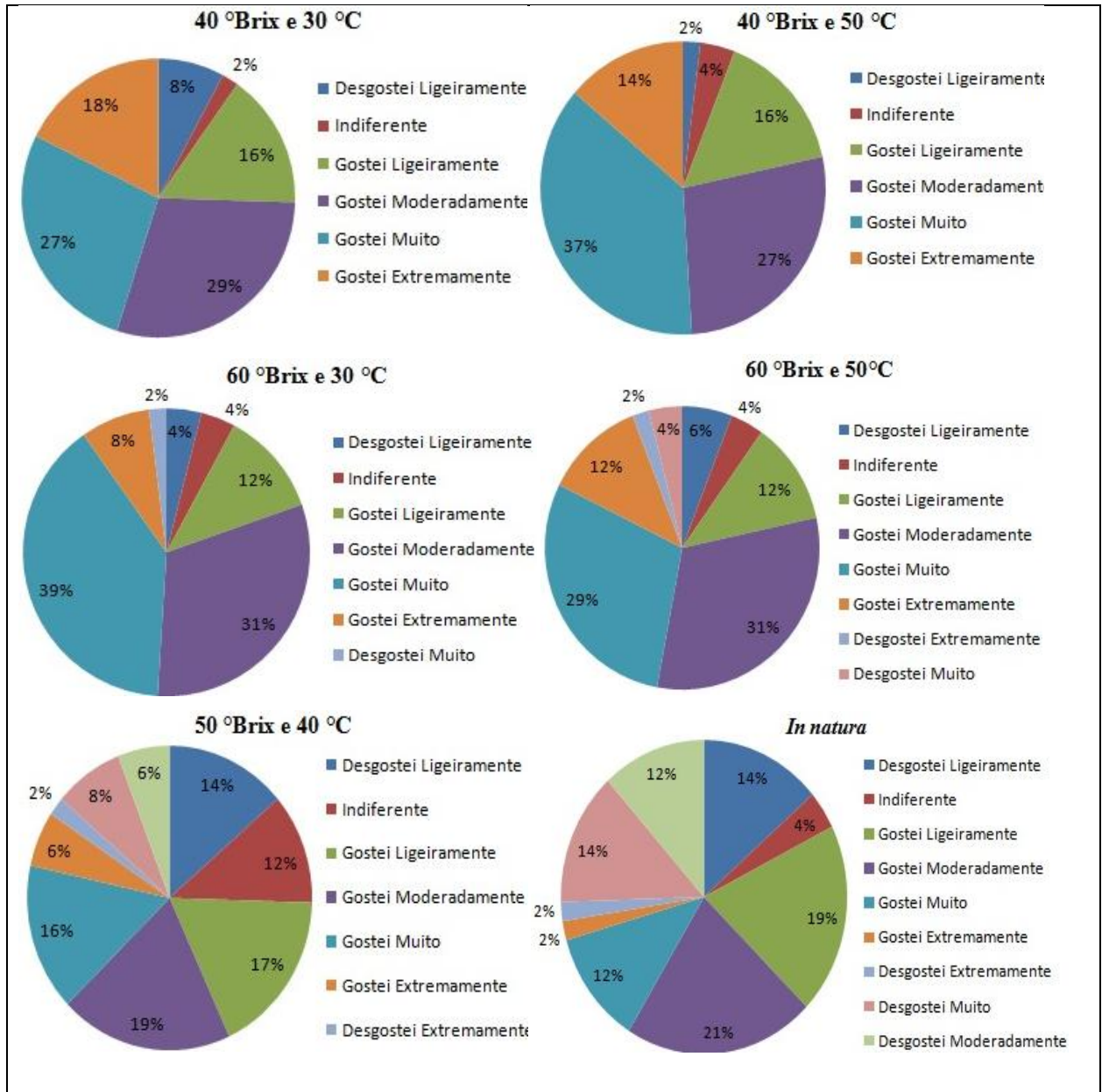
**Tabela 4.17** - Médias dos atributos sensoriais avaliados para cada tratamento osmótico seguido de secagem a 60 °C

Tratamentos	Características avaliadas				
	Aparência	Cor	Odor	Textura	Sabor
40 °Brix / 30 °C	7,19 a	7,37 a	7,25 a	6,29 ab	6,49 ab
40 °Brix / 50 °C	7,35 a	7,27 a	6,82 a	6,98 a	6,72 a
60 °Brix / 30 °C	7,14 a	7,15 a	7,23 a	6,00 ab	6,41 ab
60 °Brix / 50 °C	6,84 a	6,90 a	6,90 a	5,33 bc	6,29 ab
50 °Brix / 40 °C	5,80 b	5,90 b	6,70a	4,70 c	5,57 b
<i>In natura</i>	5,19 b	5,70 b	6,47 a	5,51bc	4,02 c
Média	6,59	6,72	6,90 a	5,80	5,92
CV(%)	25,74	24,82	22,98	31,80	31,72

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

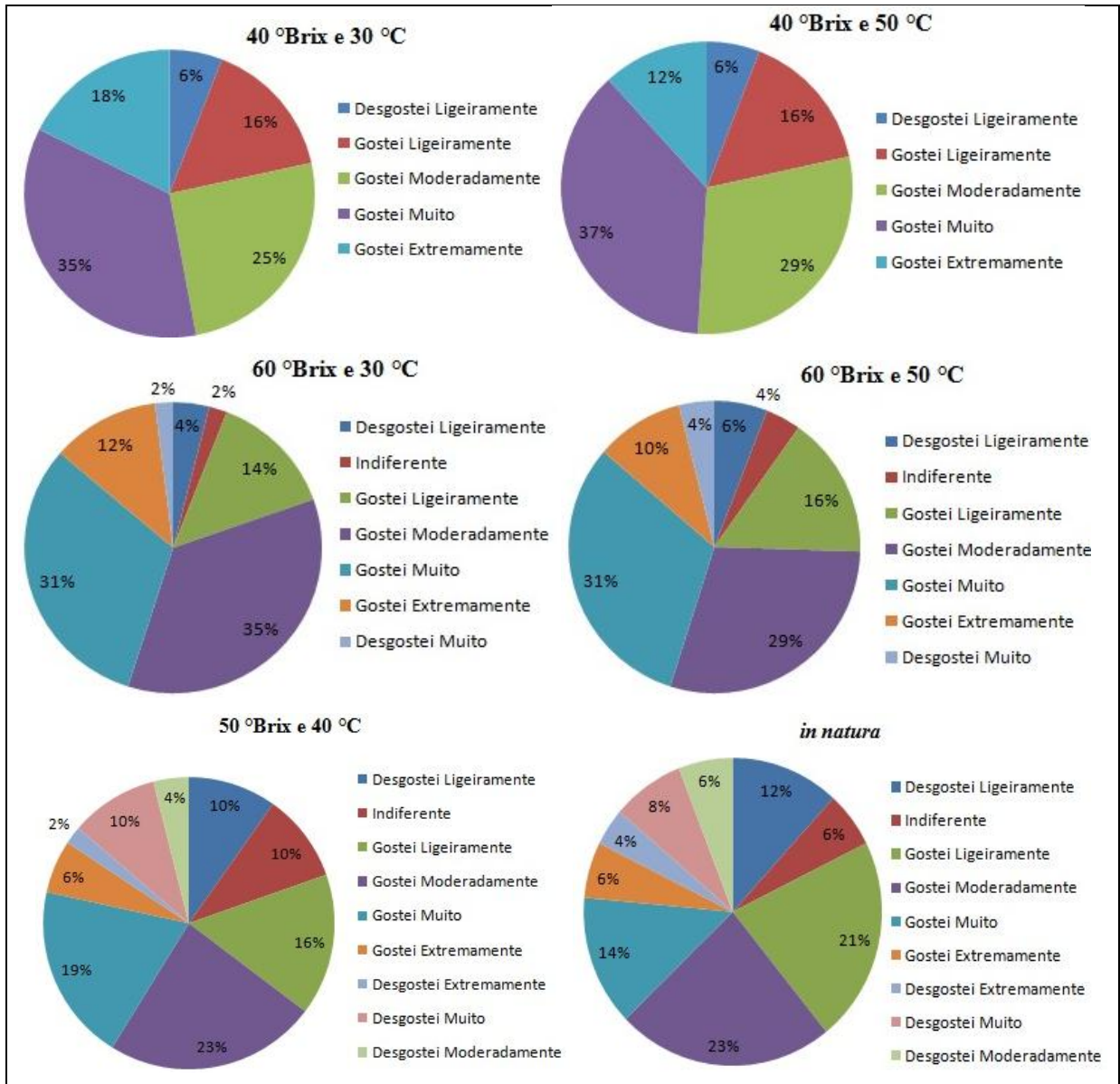
A maiores médias atribuídas para a aparência foram próximas de 7, classificando as melhores aparências como “gostei moderadamente” de acordo com a escala hedônica de 9 pontos utilizada na avaliação. A menor média foi obtida para a goiaba sem tratamento osmótico.

A Figura 4.14 mostra o percentual da avaliação dos provadores para aparência das goiabas passa de acordo com a escala hedônica. Os maiores percentuais de “gostei extremamente”, nota máxima atribuída, foram obtidos para a aparência dos tratamentos à 40 °Brix e 50 °C e 40 °Brix e 50 °C.



**Figura 4.14** - Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a aparência de goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos

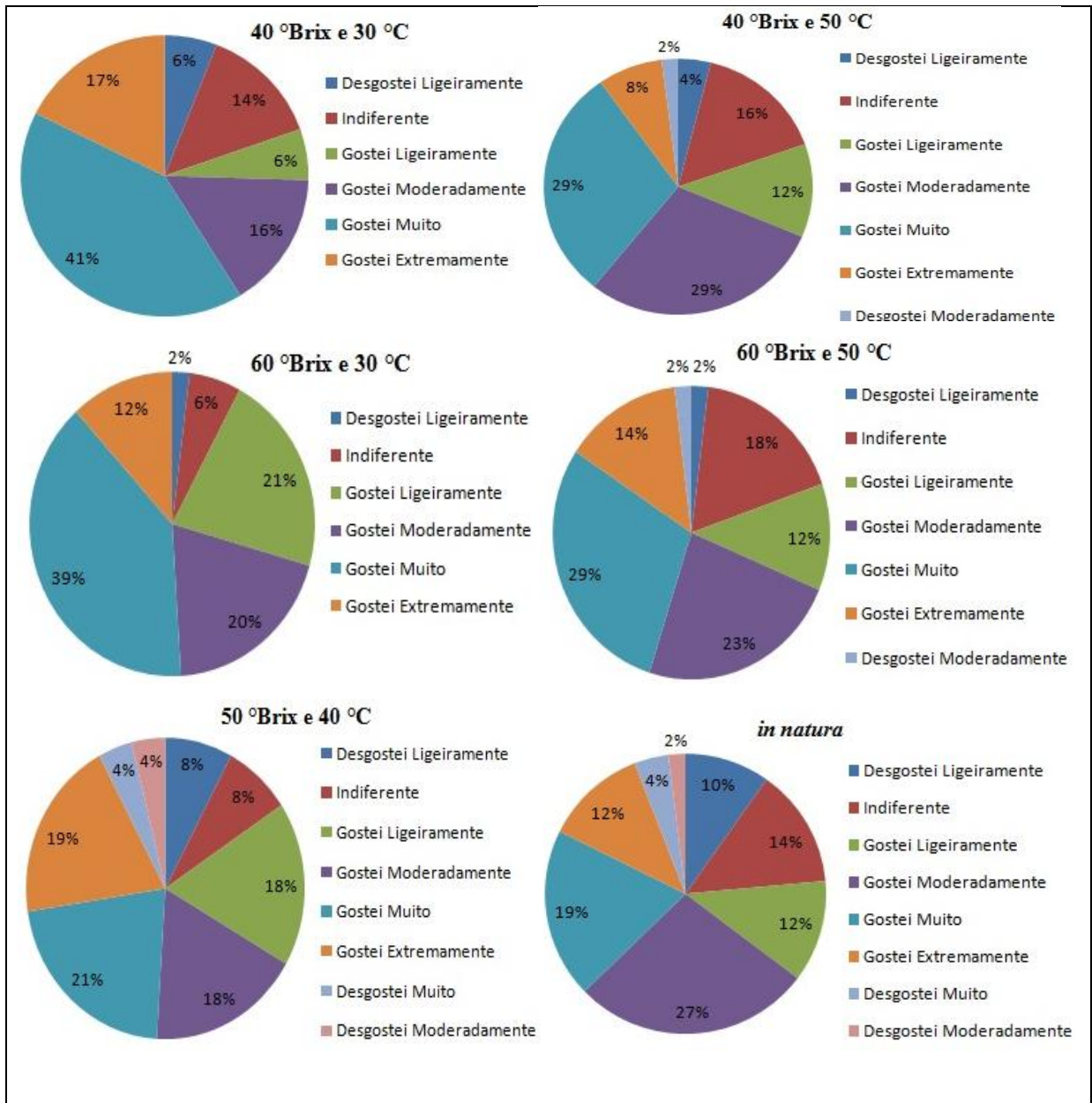
A média de cor do tratamento 50 °Brix e 40 °C apresentou-se estatisticamente distinto das médias de cor atribuídas para as goiabas desidratadas nas concentrações de 40 e 60 °Brix, sob temperaturas de 30 e 50 °C, porém é considerada estatisticamente semelhante à média atribuída à goiaba-passa *in natura*. O percentual de distribuição das notas entre os provadores para a cor dos diferentes tratamentos está apresentado na Figura 4.15.



**Figura 4.15** - Percentual de notas atribuídas pelos provadores para as cores de goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos

A análise do percentual de notas dos provadores para a cor das goiabas passa, permite identificar o maior percentual de notas máximas “gostei extremamente” para a cor do tratamento 40 °Brix e 30 °C seguidos dos tratamentos 40 °Brix e 50 °C, 60 °Brix e 30 °C e 60 °Brix e 50 °C, os quais obtiveram o mesmo percentual de nota máxima para a cor avaliada.

A Figura 4.16 representa a divisão das notas atribuídas pelos provadores ao odor das goiabas passa. A análise de comparação de médias (Tabela 4.17) mostra que não houve diferença entre as médias dos tratamentos para o atributo odor. Por tratar-se de um fruto com odor forte e característico os tratamentos pouco influenciaram a aceitação do odor das passas, porém é perceptível as maiores médias para os tratamentos desidratados na concentração de 40 °Brix.

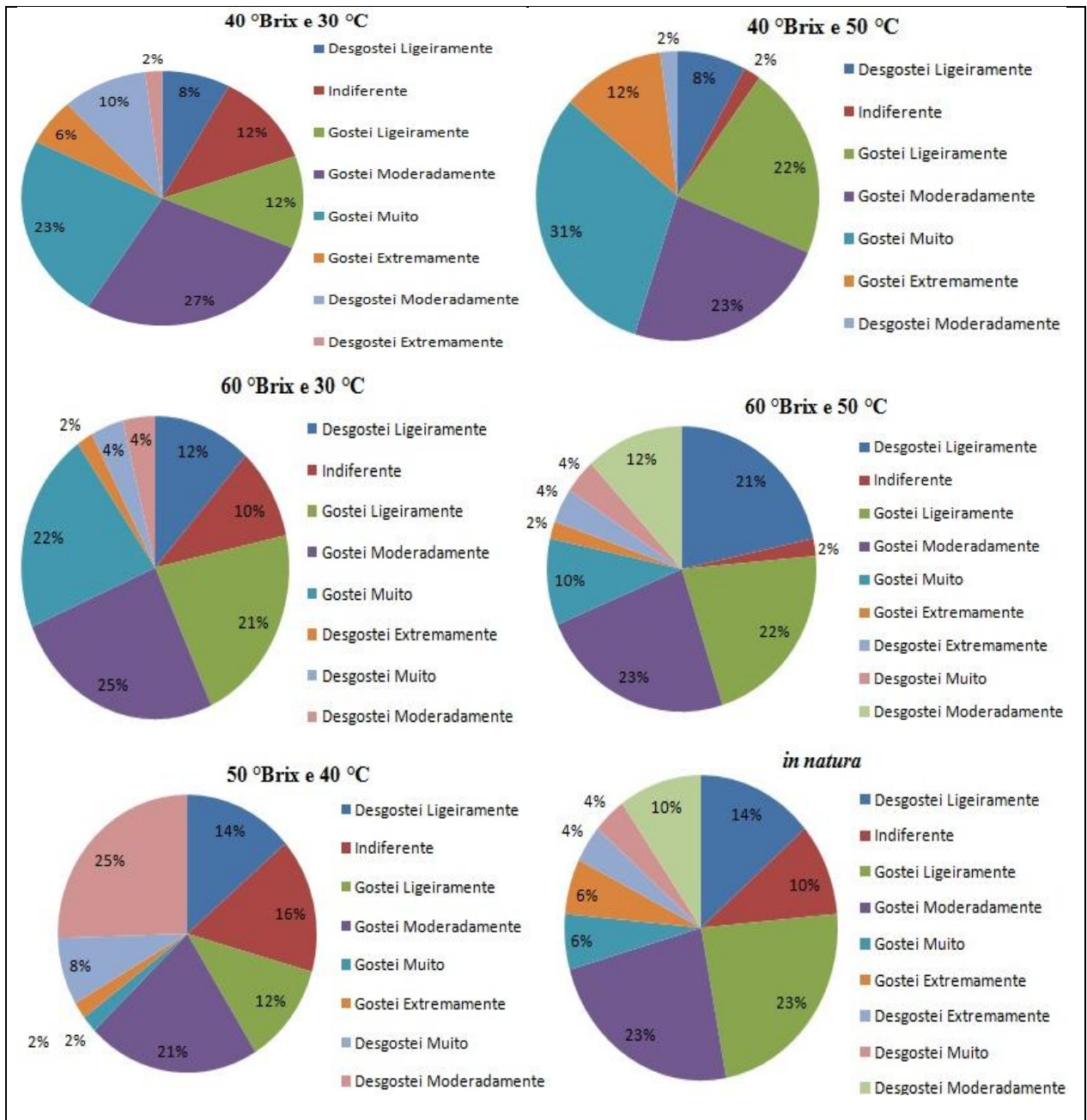


**Figura 4.16** - percentual de notas atribuídas pelos provadores para o odor das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos

O atributo textura apresentou diferença estatística entre os valores médios atribuídos pelos provadores para cada tratamento. A maior média foi atribuída as passas obtidas no tratamento à 40 °Brix e 50 °C, cuja média é classificada como “gostei moderadamente” conforme escala hedônica utilizada no teste sensorial.

A distribuição percentual de notas para a textura das amostras encontra-se disponível na Figura 4.17.





**Figura 4.17** - percentual de notas atribuídas pelos provadores para a textura das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos

O maior percentual de rejeição variando de desgostei extremamente à desgostei ligeiramente, é observado para a passa de goiaba obtida sob tratamento de 60 °Brix e 50 °C, cuja avaliação representa 41% da opinião dos provadores quanto a textura do produto.

A adição de açúcar a fruta associada a redução no conteúdo de água provoca um enrijecimento do tecido vegetal, assim o tratamento com maior quantidade sacarose obteve as menores notas para o atributo textura.

As médias atribuídas ao sabor das passas não apresentaram diferença estatística para os tratamentos de 40 °Brix e 30 °C, 60 °Brix e 30 °C e 60 °Brix e 50 °C, estes foram classificados pelos provadores como “gostei ligeiramente”. Os tratamentos 40 °Brix e 50 °C, 50 °Brix e 40 °C e *in natura* apresentaram-se estatisticamente distintos entre si, revelando a preferência de sabor para as passas obtidas nas condições de 40 °Brix e 50 °C. A distribuição percentual de notas para cada tratamento é mostrada na Figura 4.18.

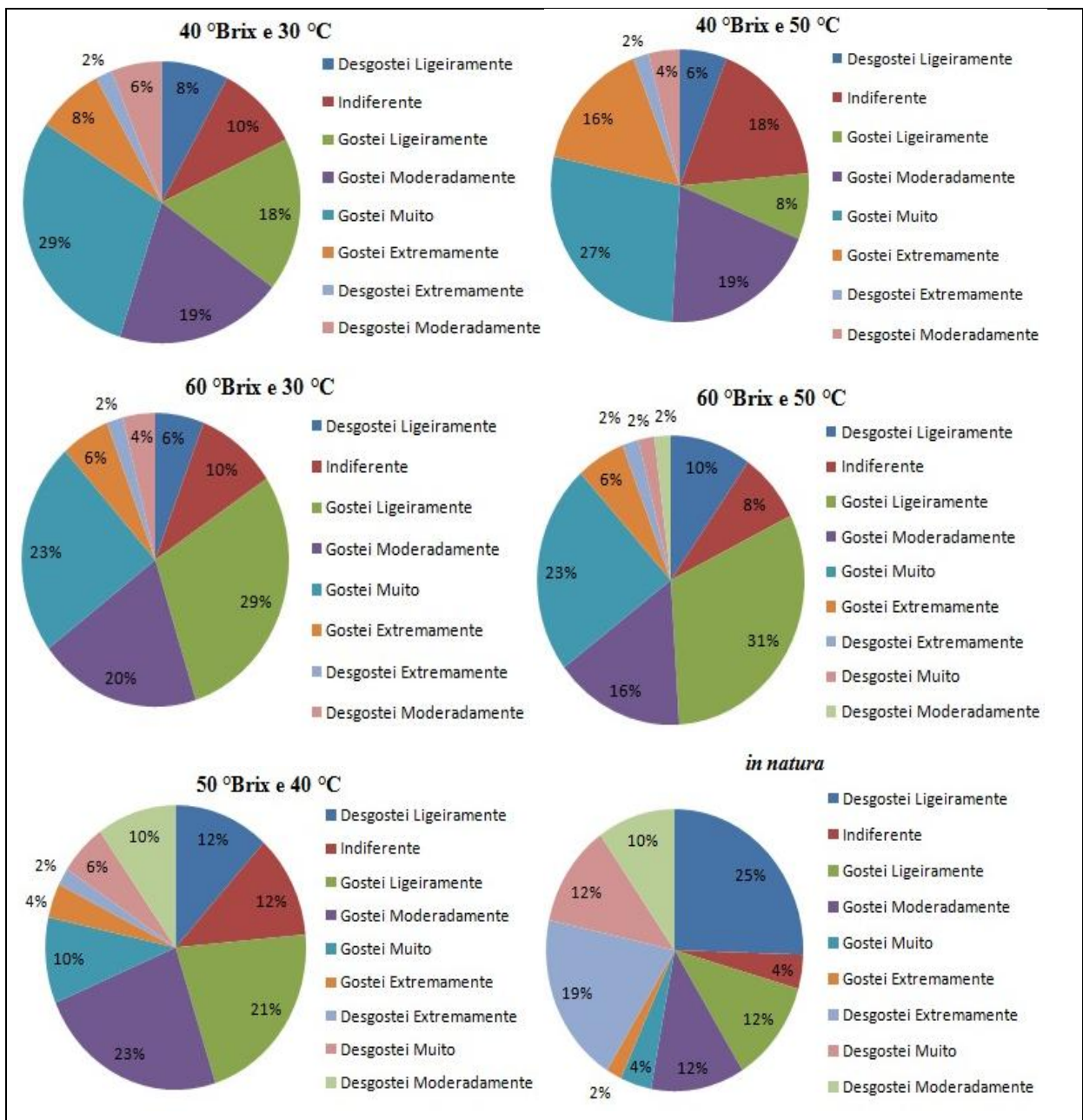
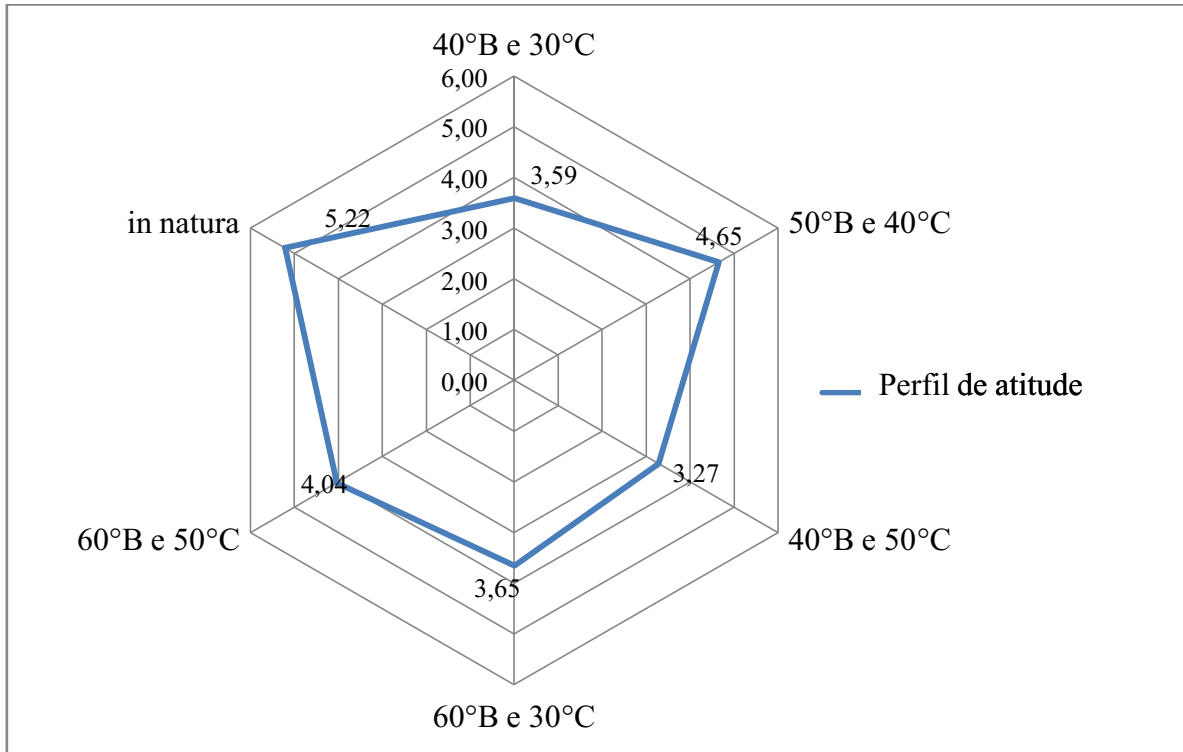


Figura 4.18 - percentual de notas atribuídas pelos provadores para o sabor das goiabas passa obtidas sob diferentes tratamentos

O perfil de atitude atribuído pelos provadores para as amostras, representado graficamente na Figura 4.19, utiliza a escala de 1 – comeria sempre a 7 – nunca comeria. As médias com maior proximidade do centro no gráfico de teia indicam as amostras de maior preferência entre os provadores.



**Figura 4.19** - Perfil de atitudes atribuído aos diferentes tratamentos da goiaba-passa

A preferência dos provadores para os tratamentos obtidos na concentração de 40 °Brix prevaleceu em todos os atributos avaliados no teste sensorial. O tratamento osmótico manteve-se bem aceito, e preferido em relação ao fruto *in natura* seco.

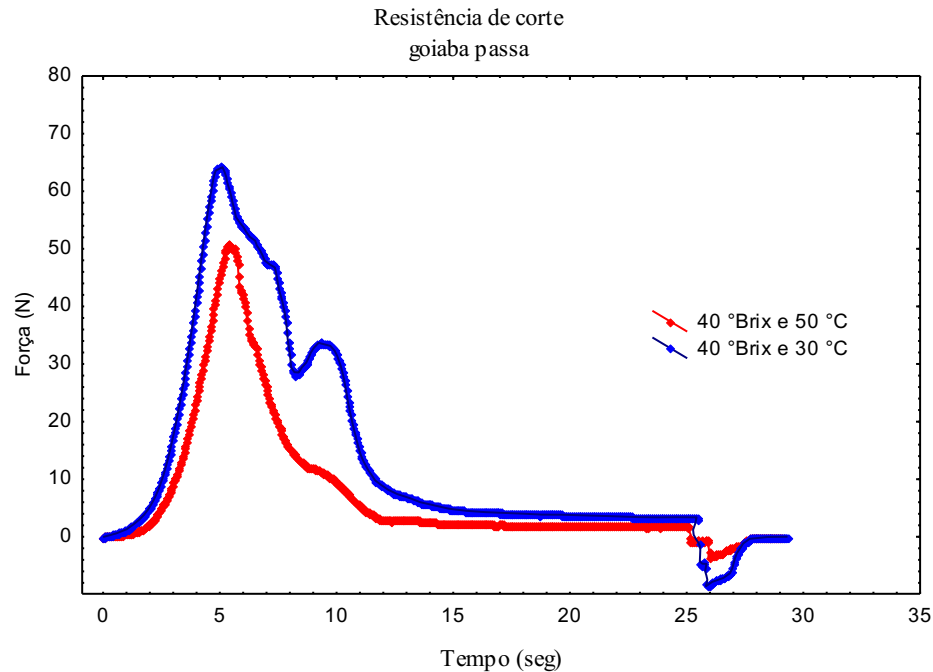
Pessoa et al. (2011) ao verificarem a aceitação de goiabas submetidas a desidratação osmótica e secagem, também revelaram boa aceitação dos provadores para os tratamentos obtidos sob a concentração de 40 °Brix.

#### 4.6 Textura

A representação gráfica do comportamento das passa durante o teste de consistência de corte na análise instrumental de textura é representado na Figura 4.20, onde é possível verificar a necessidade de uma força maior para o corte da goiaba desidratada à 30 °C. Este fato pode estar atribuído a quantidade de água presente no fruto, visto que o conteúdo de



sacarose não sofreu influência da temperatura. Na condição experimental 40 °Brix 30 °C a amostra possui uma maior quantidade de água superficial quando comparada ao tratamento sob mesma concentração à temperatura de 50 °C, permitindo que seja retirado uma maior quantidade de água durante a secagem. Além do que, altas temperaturas durante a desidratação osmótica provocam o amolecimento dos tecidos.



**Figura 4.20** - Comportamento da resistência ao corte das goiabas passa

Em estudo realizado para avaliar a textura de caju do cerrado desidratado osmoticamente seguido de secagem (ALMEIDA et al., 2007), os autores observaram melhor maciez em amostras obtidas sob maior temperatura atribuindo esse fato ao efeito da temperatura proporcionar o cozimento e amolecimento das fibras.

Conforme Torreggiani e Bertollo (2001) durante o processo osmótico e secagem dos alimentos, mudanças nas propriedades óticas e mecânicas são observadas devido aos fluxos de perda de água e ganho de sólidos e a fatores químicos e enzimáticos, como a decomposição de pectina presente na parede celular do tecido vegetal.

Os valores médios referentes a avaliação instrumental de força máxima de resistência ao corte das goiabas passa, obtidas sob os tratamentos 40 °Brix e 30 °C e 40 °Brix e 50 °C encontram-se apresentados na Tabela 4.18, onde é possível verificar diferença significativa entre as médias de força máxima seguidas de letras distintas.

**Tabela 4.18** - Valores médios de força máxima de resistência ao corte das goiabas-passa

Tratamento	Força Máxima
40 °Brix 30 °C	64,56443 a
40 °Brix 50 °C	51,16927 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Germer et al. (2011) em seus estudos sobre a textura de pêssegos pré tratados osmoticamente seguidos de secagem, verificaram uma variação de força máxima de 53,7 à 74,0 N na resistência de corte do fruto.

Os valores referentes a força máxima de penetração estão apresentados na Tabela 4.19, onde percebe-se diferença significativa entre as forças máximas realizadas para perfurar 80% das amostras, a partir das letras distintas obtidas para os tratamentos por meio do teste de comparação de médias. O tratamento 40 °Brix e 30 °C requer uma força 2,5 vezes maior que a força de penetração do tratamento 40 °Brix e 50 °C.

**Tabela 4.19** - Valores médios de força máxima de penetração das goiabas passa

Tratamento	Força Máxima
40 °Brix 30 °C	32,97066 a
40 °Brix 50 °C	13,11210 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Almeida (2013) encontrou em seu estudo sobre textura de banana desidratada e seca, máxima força para os tratamentos obtidos sob maior temperatura, porém a temperatura não é empregada durante a desidratação osmótica, diferindo deste estudo com passa de goiaba.

O gráfico referente ao comportamento das passa durante a análise de resistência a ruptura da fibra está representado na Figura 4.21.

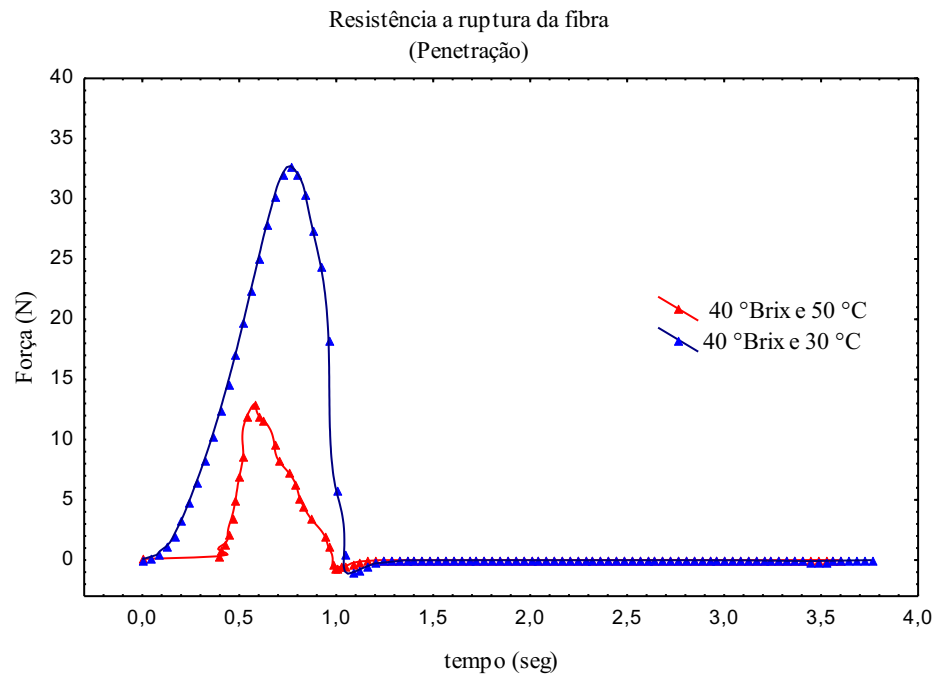


Figura 4.21 - Comportamento da resistência a ruptura da fibra da goiaba-passa

## 5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos conclui-se que:

- A concentração da solução de sacarose influencia a perda de água e o ganho de sacarose durante a desidratação osmótica;
- A temperatura não exerce influencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) no ganho de sacarose e na perda de água das goiabas. Porém a máxima perda de água é observada sob faixa de temperatura de 50 °C e concentração de sacarose de 60 °Brix; e o máximo ganho de sacarose sob faixa de temperatura de 50 °C e concentração da solução osmótica de 60 °Brix;
- O modelo de Peleg descreve satisfatoriamente o fenômeno de transferência de massa ocorrido durante a desidratação osmótica de pedaços de goiaba;
- O modelo linear proposto para predição da quantidade de água e de sacarose obtido por meio do planejamento fatorial é capaz de predizer 90% da variação dos dados observados;
- O modelo matemático que melhor se ajustou aos dados de secagem das goiabas pré-tratadas é proposto por Page, com coeficientes de determinação superiores a 0,9959 e qui-quadrados inferiores a 0,0096;
- O tratamento osmótico não influenciou o tempo de secagem das fatias de goiaba, quando comparadas ao tempo de secagem das fatias de goiaba *in natura*;
- Os períodos de taxa crescente e constante de secagem não são observados durante a cinética de secagem das goiabas desidratadas osmoticamente;
- Goiabas desidratadas sob maior temperatura de osmose e concentração de sacarose apresentam as maiores concentrações de sólidos solúveis e açúcares redutores;

- Passas de goiaba obtidas sob temperatura de secagem mais elevada possuem as maiores quantidades de sólidos solúveis;
- O tratamento osmótico seguido de secagem diminui os valores de pH das goiabas e provoca aumento do percentual de cinzas e açúcares totais;
- Goiabas *in natura* seguidas de secagem possuem valores menores de atividade de água;
- Alto teor de água de goiabas pré tratadas osmoticamente ocasiona o escurecimento durante a secagem complementar;
- A coloração original do fruto é preservada com o tratamento osmótico antes da secagem;
- As passas de goiaba estão dentro dos padrões microbiológicos para consumo possuindo valores de coliformes termotolerantes inferiores a  $10^2$  /g e ausência de salmonella sp;
- As amostras mais aceitas, que apresentaram os maiores percentuais de intenção de compra foram obtidas sob tratamento osmótico 40 °Brix e 30 °C e 40 °Brix e 50 °C. As passas menos aceitas foram as obtidas sem tratamento osmótico;
- Dentre as amostras submetidas à análise instrumental de textura, o tratamento 40 °Brix e 50 °C necessitou de uma menor força de penetração e corte, sendo de melhor textura quando comparada ao tratamento de mesma concentração sob temperatura de 30 °C.

## **6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

- O desenvolvimento de um cortador de goiabas no qual fosse possível separar a polpa do fruto de forma prática tornaria viável o aproveitamento de frutos com qualidade pós-colheita inferior pela indústria de processamento e beneficiamento de produtos agrícolas, oferecendo uma alternativa barata para uso dos excedentes de safra e geração de novo produto no mercado;
- Aplicação de outros tipos de corte ao fruto, a fim de verificar a preferência dos provadores quanto ao tamanho das passas;
- Aplicação de secagem complementar por microondas, a fim de verificar a eficiência e viabilidade industrial;
- Aplicação de revestimentos comestíveis antes do tratamento osmótico, resultando em menor tempo de secagem e permitindo identificar uma melhor condição para produção de goiaba-passa com menor absorção da sacarose, visto que o tratamento com quantidade intermediária de sacarose teve maior aceitação nesse estudo
- Desenvolvimento de subprodutos utilizando a goiaba-passa (barra de cereal, doces, compotas, cobertura para bolos, etc.);
- Avaliar a estabilidade do produto por meio do armazenamento diferentes embalagens.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAÃO, A. S.; LEMOS, A. M.; VILELA, A.; SOUSA, J. M.; NUNES, F. M. Influence of osmotic dehydration process parameters on the quality of candied pumpkins. **Food and bioproducts processing**, v.91, n. 4, p. 481–494, 2013.

ALAM, M. M.; ISLAM, M. N.; ISLAM, M. N. Effect of process parameters on the effectiveness of osmotic dehydration of summer onion. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 1, p. 391-396, 2013.

AL-HARAHSEH, M.; AL-MUHTASEB, A. H.; MAGEE, T. R. A. Microwave drying kinetics of tomato pomace: effect of osmotic dehydration. **Chemical Engineering and Processing**, v. 48, n. 1, p. 524–531, 2009.

ALI, Z. M.; LAZAN, H. Guava. In: MITRA, S.K. **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. New York: CAB International, 2001. p.146-165.

ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. **Tecnologia de armazenamento em sementes**. Campina Grande, Área de Armazenamento e processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande, 2006, 402p.

ALMEIDA, F. A. C; RIBEIRO, C. F. A; TOBINAGA, S.; GOMES, J. P. Otimização do processo de secagem osmótica na obtenção de produtos secos de manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 676-584, 2005.

ALMEIDA, R. D. **Desidratação osmótica com secagem complementar de banana Pacovan**. 2013, 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ALMEIDA, R. D.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; BRAGA, D. D.; COSTA, P. B. S. Medidas instrumentais de atributos de textura de passa de caju em função dos tratamentos de secagem. **Revista Pesquisa**, v.1, n.1, p. 65-76, 2007.

AMARAL, D. S; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; PESSOA, T.; GURJÃO, F. F. Desidratação por imersão-impregnação em solução de sacarose e liofilização de coco maduro (*cocos nucifera linn*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n. 1, p. 101-106, 2011.

ANTONIO, G. C.; AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Osmotic dehydration of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in ternary solutions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 696-701, 2008.

ATARES, L.; GALLAGHER, S.; OLIVEIRA, F. A. R. Process conditions effect on the quality of banana osmotically dehydrated. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 4, p. 401–408, 2011.

AZUARA, E.; CORTES, R.; GARCIA, H.S.; BERISTAIN, C. I. Kinetic model for osmotic dehydration and its relationship with Fick's second law. **International Journal of Food Science and Technology**, v.27, n. 4, p. 409–418, 1992.

BERISTAIN, C. I.; AZUARA, E., CORTES, R.; GARCIA, H. S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, n. 5, p.576-582, 1990.

BIALVES, T. S.; ARAUJO, V. F.; VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; FERRI, N. M. L.; NACHTIGAL, J. C. Avaliação físico - química e funcional de goiaba (*psidium guajava* L.) cultivar paluma em diferentes estádios de maturação. In: IV Simpósio de Segurança Alimentar, 2012, Gramado. **Anais do IV Simpósio de Segurança Alimentar**, 2012.

BIDWELL, R. G. S. **Plant Physiology**. 2 ed. New York: Macmillan Publishing Co., 1979. 726p.

BORIN, I.; FASCARELI, E. C.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.1, p. 39-50, 2008.

BOX, G. E. P.; WETZ, J. **Criteria for judging adequacy of estimation by an approximate response function**. University of Wisconsin Technical Report, 1973. 95 p.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 06 de Ago. de 2014.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de julho de 1978. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/resol/12\\_78\\_frutas\\_secas.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/resol/12_78_frutas_secas.htm)>. Acesso em: 06 de Ago. de 2014.

BRASIL. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p.17, 18 set. 2003. Seção I.

BRASIL. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz. 4.ed. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. São Paulo. v.1, 2008. 1020p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKENA, F.W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc, 1974. 265p.

CAMPOS, C. D. M.; SATO, A. C. K.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D.; CUNHA, R. L. Efeito das variáveis de processo na desidratação osmótica de fatias de carambola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.2, p. 357-365, 2012.

CARVALHO M. P. S. **Construção do protótipo de um sistema osmótico com compensação automática de solução**. 2011, 92 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Itapetinga – BA



- CATALDO, A.; CANNAZZA, G.; BENEDETTO, E.; SEVERINI, C.; DEROSI, A. An alternative method for the industrial monitoring of osmotic solution during dehydration of fruit and vegetables: A test-case for tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 105, n. 1, p. 186–192, 2011.
- CHIRALT, A.; TALENS, P. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 1-2, p. 167-177, 2005.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós – colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2º. Ed. rev. e ampl. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785p.
- CHOUDHURY, M. M. **Goiaba: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 45 p.
- CORRÊA, J. L. G.; PEREIRA, L. M.; VIEIRA, G. S.; HUBINGER, M. D. Mass transfer kinetics of pulsed vacuum osmotic dehydration of guavas. **Journal of Food Engineering** v.96, n. 4, p.498–50. 2010.
- COSER, S. M.; FERREIRA, M. S. F.; FERREIRA, A.; SARAIVA, S. H. Diversidade genética de seleções de goiabeiras Cortibel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v, 36 n. 2, p. 391-399, 2014.
- DEROSI, A., SEVERINI, C.; MASTRO, A. D.; PILLI, T. Study and optimization of osmotic dehydration of cherry tomatoes in complex solution by response surface methodology and desirability approach. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 641-648, 2015.
- DIAMANTE, L. M.; IHNS R, SAVAGE, G.P.; VANHANEN, L. A new mathematical model for thin layer drying of fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n.9, p. 1956–1962, 2010.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª ed. Curitiba, Champagnat, 2013, 536p.
- EL-AOUAR, A. A., AZOUBEL, P. M., BARBOSA JR, J. L., MURR, F. E. X. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Food Engineering**. v.75, n 2, p. 267-274, 2006.
- ELIAS, N. F.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; DIONELLO, R. G.; QUEIROZ, V. A. V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n. 2, p. 322-328, 2008.
- FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT - food and agriculture organization of the united nations. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/DesktopDefault.aspx?PageID=537&lang=es>>. Acesso em: 01 out. 2014.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 1 ed. Porto Alegre, Artmed, 2006, 602 p.

- FERNANDES, F. A. N.; GASPARETO, O. C. P.; OLIVEIRA, E. L. Optimization of Osmotic Dehydration of Bananas followed by air-drying. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 1, p. 188-193, 2006.
- FERRANDO, M.; SPIESS, W. E. L. Cellular response of plant tissue during the osmotic treatment with sucrose, maltose and trehalose solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1-2, p.115-27, 2001.
- FERRARI, C. C.; RODRIGUES, L. K.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D. Cinética de Transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 564-570, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FIGUEIRA, F. V. **Secagem de pequi (*Cariocar brasilienses* Camb.) precedida de desidratação osmótica**. 2014, 67p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras – UFL, Lavras - MG
- FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MEDEIROS, J. Cinética de secagem em camada de espuma da polpa de mangaba. In: **VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas**, Madrid, 2013.
- FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa - PB: Editora universitária - UFPB, 2004. 229 p.
- FONTES, B. C. L.; SIVI, T. C. RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.1-13, 2012.
- FRANCISCO, V. L. F. S.; FAGUNDES, P. R. S.; BAPTISTELLA, C. S. L.; AMAROS, A. A. Cultura de goiaba no estado de São Paulo. Projeto Lupa. **Informações Econômicas**, v. 40, n. 9, p. 68-76, 2010.
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo-SP: Nobel. 511p. 2008.
- GERMER, S P. M.; QUEIROZ, M. R.; AGUIRRE, J. M.; BERBARI, S. A. G.; ANJOS, V. D. Desidratação osmotic de pêssegos em função da temperature e concentração do xarope de sacarose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 161-169, 2011.
- GOMES, A. T., CEREDA, M. P., VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 3, n. 3, p 212-226, 2007.
- GOULARTE, V. D. S.; ANTUNES, P. L. Caracterização físico química de maçãs fuji concentradas com açúcares e desidratadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n. 2, p. 149-151, 1999.

- GRIGIO, M. L.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; NASCIMENTO, C. J.; CHAGAS, E. A.; VIEITES, R. L. Efeito da modificação atmosférica em goiabas var. Paluma na redução de danos mecânicos em pós-colheita. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 57-65, 2011.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas temporárias e permanentes, vol. 40, p. 1-102, 2013.
- KALETA A.; GÓRNICKI. K. Evaluation of drying models of apple (var. McIntosh) dried in a convective dryer. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n.5, p.891–898, 2010.
- KARATHANOS, V. T.; KOSTRAPOULOS, A. E.; SARAVACOS, G. D. Air-drying of osmotically dehydrated fruits. **Drying Technology**, v. 13, n. 5-7, p. 1503-1521, 1995.
- KHIN, M. M.; ZHOU, W.; PERERA, C. O. A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. **Journal of Food Engineering**, v.77, n.1, p. 84–95, 2006.
- KOCHANSKI, S.; PIEROZAN, M. K.; MOSSI, A. J; TREICHEL, H.; CANSIAN, R. L.; GHISLENI, C. P.; TONIAZZO, G. Avaliação das condições microbiológicas de uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Alimentação e Nutrição**, v.20, n.4, p. 663-668, 2009.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman e Hall, 1998. 819 p.
- LAZARIDES, H. N., KATSANIDIS, E., e NICOLAIDIS, A. (1995). Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. **Journal of Food Engineering**, v. 25, n. 2, p. 151–166, 1995.
- LENART, A. Osmotic-convective of fruits and vegetables: Tecnology and application. **Drying Tecnology**. v. 14, n 2, p.391-413, 1996.
- LIMA, A. da S.; FIGUEIREDO, R. W. de; MAIA; G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A. de; SOUZA, C. R. de. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Revista Ciências e Tecnologia de Alimentos**. V.24, n.2, p.282-286. 2003.
- LIMA, L. M. P. **Otimização da desidratação osmótica do sapoti (*Achras zapota* L.)**. 2013, 83p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Recife – PE.
- LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; NETO, L. G. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24 n.1, p. 273-276, 2002.
- LUCHESE, C. L. **Avaliação da influência da temperatura e da concentração da solução de sacarose na desidratação osmótica de physalis (*Physalis peruviana* L.)**. 2013, 168p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS.

- MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. Estudo da influência da espessura no tempo de secagem do pedúnculo de caju em secadores solar de radiação direta e indireta. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 7, n. 1, p. 253-263, 2012.
- MAEDA, M., LORETO, R. L. Desidratação osmótica de bananas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.19, n.1, p.60-67, 1998.
- MANCILLA-NUÑEZ, Y.; WON-PERÉZ, M.; URIBE, E.; GALVÉZ-VEJA, A.; SCALA, K. D. Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: Effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p.151–156, 2013.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.
- MARQUES, L. F.; DUARTE, M. E. M.; COSTA, T. L.; SOUSA, J. S. Efeito da concentração do xarope na desidratação osmótica e na caracterização físico-química do caju. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 7, n. 2, p. 147-152, 2007.
- MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.Supl., p. 158-165, 2008.
- MAYOR, L.; SERENO, A. M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering** v.61, n. 1, p.373–386, 2004.
- MENDES, G. R. L.; FREITAS, C. H.; SCAGLIONI, P. T.; SCHMIDT, C. G.; FURLONG, E. B. Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1210–1216, 2013.
- MERCALI, G. D. **Estudo de transferência de massa na desidratação osmótica de bananas**. 2009, 163 p. Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – RS.
- MERCALI, G. D.; KECHINSKI, C. P.; COELHO, J. A.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Estudo da transferência de massa durante a desidratação osmótica de mirtilo. **Brasilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, p. 91-97, 2010a.
- MERCALI, G. D.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; NOREÑA, C. P. Z. Evaluation of water, sucrose and NaCl effective diffusivities during osmotic dehydration of banana (*Musa sapientum*, shum.). **LWT - Food Science and Technology**, v.44, n. 1,p.82-91, 2011.
- MERCALI, G. D.; TESSARO, I. C.; NORENA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F. Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of bananas (*Musa sapientum*, shum.). **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.11, p.2281–2289, 2010b.

- MOINÁR, K. Experimental techniques in drying. **Handbook of Industrial Drying**. New York: Marcel Dekker Inc., v.1, p.41-69, 1995.
- MORAGA, M. J.; MORAGA, G.; NAVARRETE, N. M. Effect of the re-use of the osmotic solution on the stability of osmodehydro-refrigerated grapefruit. **LWT—Food Science Technology**, v.44, n. 1, pag.35–41, 2011.
- NASCIMENTO, R. J.; ARAÚJO, C. R.; MELO, E. A. Atividade antioxidante de extratos de resíduos agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, V. 21, n.2, p. 209-216, 2010.
- NIETO, A. B.; VICENTE, S.; HODARA, K.; CASTRO, M. A.; ALZAMORA, S. M. Osmotic dehydration of apple: Influence of sugar and water activity on tissue structure, rheological properties and water mobility. **Journal of Food Engineering**, v. 119, n. 1, p. 104–114, 2013.
- OLIVEIRA, R. F.; SANTOS, L. M. M.; CLEMENTE, E. Physicochemical characteristics of guava “Paluma” submitted to osmotic dehydration. **Acta Scientiarum Technology**, v. 36, n. 4, p. 733-737, 2014.
- ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v.1. Porto Alegre: ed. Artmed, 2005. 294p.
- OSORIO, C.; FRANCO, M. S.; CASTAÑO, M. P.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.; MORALES, A. L. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, n. 3, p. 353–359, 2007.
- PALOU, E.; LOPZ-MALO, A.; ARGAIZ, A.; WELTI, J. The use of Peleg’s equation to model osmotic concentration of papaya. **Drying Technology**, v. 12, n. 4, p. 965–978, 1994.
- PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. **Conceitos de processos e equipamentos de secagem**. 2007. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>>. Acesso em: 27 mar. 2014.
- PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.326- 332, 2001.
- PARK, K. J. B.; PARK, K. J. ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E. P.; FABBRO, I. N. D. Secagem: fundamentos e equações – review. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.1, p.93-127, 2014
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JUNIOR, H. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: UNESP, 1986. 142 p.
- PEREZ, L. G.; OLIVEIRA, F. M. N.; ANDRAD, J. S.; MOREIRA FILHO, M. Cinética de secagem da polpa cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pré desidratada por imersão-impregnação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 102-106, 2013.

- PESSOA, T.; AMARAL, D. S.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; GURJÃO, F. F. Avaliação sensorial de goiabas passas obtida por técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem. **Revista Holos**, v. 4, n. 1, p. 137-147, 2011.
- PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; CAVALINE, F. C.; CUNHA JUNIOR, L. C.; INOUE, K. N. Estádios de maturação de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ para o processamento mínimo. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 37-43, 2010.
- PORTO, M. A. L.; GUERRA, N. B.; VASCONCELOS, M. A. S.; OLIVEIRA, A. M.; ANDRADE, S. A. C. Otimização da desidratação osmótica de uva Crimson Seedless. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2014.
- QUEIROGA, P. V. D. M.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, W.; MATA, A. L. M. L. Análise da desidratação osmótica do feijão verde (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Holos**, v. 5, n. 1, p. 106-116, 2011.
- QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R. Mecanismos de transferência de massa na desidratação osmótica de goiaba em soluções de sacarose, sucralose e açúcar invertido. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 715-725, 2010.
- QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; SILVA J. A. Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p. 329-340, 2008.
- RAHMAN M. S.; LAMB, J. Osmotic dehydration of pineapple. **Journal of Food Science and Technology**, v. 27, n.3, p.150–152, 1990.
- RAOULT-WACK, A. L.; LENART, A.; GUILBERT, S. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Sciencee e Tecnology**, v.5, n. 8, p. 225-260, 1994.
- RASTOGI, N. K., ANGERSBACH, A., KNNOR, D. Evolution of mass transfer mechanisms during osmotic treatment of plant materials. **Journal of foof Science**, v.65, n. 6, p.1016-1021, 2000.
- RASTOGI, N. K., RAGHAVARAO, K. S. M. S. NIRANJAN, K., KNNOR, D. Recent developments in osmotic dehydration methods to enhance mass transfer. **Trends in food Science and Tecnology**, v. 13, n. 2, p.48-59, 2002.
- RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 171-178, 2010.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2º ed. Campinas – SP: Casa do espírito amigo fraternidade fé e amor, 2009. 358p.
- RODRÍGUEZ, M M.; ARBALLO, J. R.; CAMPAÑONE, L A.; COCCONI, M. B.; PAGANO, A. M.; MASCHERONI, S. H. Osmotic dehydration of nectarines: influence of the operating conditions and determination of the effective diffusion Coefficients. **Food Bioprocess Technology**, v.6, n. 10, p. 2708-2720, 2013.

SACCHETTI, G.; GIANOTTI, A.; DALLA ROSA, M. Sucrose–salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on apple osmotic treatments. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1-2, p. 163–173, 2001.

SANJINEZ-ARGONDOÑA, E. J.; HUBINGER, F. C. M. M. D. Desidratação osmótica de goiabas: influência das variáveis do processo na cinética de transferência de massa. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 6, n. 2, p. 203-216, 2004.

SANTOS, I. P. **Parâmetros de qualidade na produção de abacaxi desidratado**. Unimontes: Janauba – Minas Gerais, 2011, 151f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Produção vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros – UEMC - MG.

SANTOS, J. S.; MACIEL, L. G.; SANTOS FILHO, W. L. G. Análise sensorial do limão-de-caiena tipo passa obtido através da desidratação osmótica seguida de secagem convectiva. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 3, p. 247-254, 2014.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, R. L. A. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.32, n.6, p.1899-1905, 2008.

SILVA, C. M. D. P. S. **Difusão de massa em corpos cilíndricos: modelagem e desenvolvimento de software com aplicação à secagem de bananas**. 2010, 151 p Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – PB.

SILVA, H. S.; ROCHA, R. H.C.; SOUSA, F. A.; OLIVEIRA, M. G. F.; SILVA, J. M. C. Goiaba ‘Paluma’ induzida a estresses mecânicos e avaliações químicas e físicas durante o armazenamento. In: In: III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos e II Congresso do Instituto Nacional de Frutos Tropicais, 2011, Recife. **Anais do III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2011a.

SILVA, K. S.; CAETANO, L. C.; GARCIA, C. C.; ROMERO, J. T.; SANTOS, A. B.; MAURO, M. A. Osmotic dehydration process for low temperature blanched pumpkin. **Journal of Food Engineering**, v.105, n. 1, p. 56-64, 2011b.

SILVA, L. C. A.; ALMEIDA, P.; RODRIGUES, F. S. Secagem de abacaxi (*Smooth cayenne*) com pré-tratamento em ultrassom. In: III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos e II Congresso do Instituto Nacional de Frutos Tropicais, 2011, Recife. **Anais do III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2011c.

SILVA, M. A. C.; SILVA, Z. E.; MARIANI, V. C.; DARCHE, S. Mass transfer during the osmotic dehydration of West indian cherry. **LWT – Food Sciency and Technology**, v. 45,n.2, p. 246-252, 2012.

SILVA, W. P.; AMARAL, D. S.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; SILVA, C M. D. P. S.; PINHEIRO, R. M. M.; PESSOA, T. Description of the osmotic dehydration and convective drying of coconut (*Cocos nucifera* L.) pieces: A three-dimensional approach. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 1, p. 121–131, 2013a.

- SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; CAVALCANTI, C. G. B.; SILVA, D. P. S.; SOARES, I. B.; OLIVEIRA, J. A. S.; SILVA, C. D. P.S. “LAB Fit Ajuste de Curvas”: Um software em português para tratamento de dados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.26, n°4, p. 419-427, 2004.
- SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; GAMA, F. J. A.; GOMES, J. P. Mathematical models to describe thin-layer drying and to determine drying rate of whole bananas. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 3, n. 1, p. 67-74, 2014.
- SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; SOUSA, J. A. R.; FARIAS, V. S. O. Empirical and diffusion models to describe water transport into chickpea (*Cicer arietinum* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p. 267-273 , 2013b.
- SIMAL, S.; DEYÁ, E.; FRAU,M.; ROSSELLÓ, C. Simple modelling of air drying curves of fresh and osmotically pre-dehydrated apple cubes. **Journal of Food Engineering**, v. 33, n. 1-2, p. 139-150, 1997.
- SIQUEIRA, A. M. A.; SANTOS, S. M. L.; LIMA, B. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Vida útil pós-colheita de goiaba cv. ‘Paluma’ submetida ao resfriamento rápido por ar forçado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 45-51, 2014.
- SOARES, F. D.; PEREIRA, T.; MARQUES, M. O. M.; MONTEIRO, A. R. Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium guajava*) at different stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 15-21, 2007.
- SOURAKI, B. A.; GHAVAMI, M.; TONDRO, H. Mass transfer during osmotic dehydration of green bean in salt solution: A polynomial approximation approach. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, n. 3, p. 257–263, 2013.
- SOURAKI, B. A.; GHAFFARI, A.; BAYAT, Y. Mathematical modeling of moisture and solute diffusion in the cylindrical green bean during osmotic dehydration in salt solution. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 1, p. 64-71, 2012.
- SOUZA, M. S. S.; COSTA, A. R.; CHAVES, V. A. C. S. D.; NUNES, T. P.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. Desenvolvimento e avaliação de passas de jaca obtidas por desidratação osmótica seguida de secagem convectiva. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. 2, p.89-94, 2011.
- SOUZA, T. S.; CHAVES, M. A.; BONOMO, R. C. F.; SOARES, R. D.; PINTO, E. G.; COTA, I. R. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos. **Revista Acta Scientiarum. Technology**, v. 31, n. 2, p. 225-230, 2009.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011.
- TORREGGIANI D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v.26, n. 1, p. 59-68, 1993.



TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical , physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1-2, p. 247-253, 2001.

TORTOE, C. A review of osmodehydration for food industry. **African Journal of Food Science**, v. 4, n. 6, p. 303-324, 2010.

TOUPIN, C. J.; LE MAGUER, M. Osmotically-induced mass transfer in plant storage tissues: A mathematical model. Part II. **Journal of Food Engineering**, v. 10, n. 2, p. 97–121, 1989.

TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SILVEIRA, E. T. F. Desidratação de frutas In: AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças – Manual técnico**. Campinas, ITAL, 1999.

UDOMKUN, P.; NAGLE, M.; MAHAYOTHEE, B.; NOHR, D.; KOZA, A.; MÜLLER, J. Influence of air drying properties on non-enzymatic browning, major bio-active compounds and antioxidant capacity of osmotically pretreated papaya. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 914-922, 2015.

VASCONCELOS, J. L. L. A.; ANDRADE, S. A. C.; MACIEL, I. S. ; GUERRA, N. B. ; VASCONCELOS, M. A. S. Osmotic dehydration of the Indian fig (*Opuntia ficus indica*) with binary and ternary solutions. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 47, n11, p. 2359-2365, 2012.

VENCESLAU, W. C, D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas ‘Paluma’**. 2013, 151 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal - PB.

VIEIRA, G. S.; PEREIRA, L. M.; HUBINGER, M. D. Optimisation of osmotic dehydration process of guavas by response surface methodology and desirability function. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 132–140, 2012.

YADAV, A. K., SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014.

**APÊNDICE A**

**(Modelo de planilha utilizada para coleta de dados na desidratação osmótica)**

## CINÉTICA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Concentração de sacarose:

DATA:

Temperatura de osmose:

EXPERIMENTO N°:

Tempo (min)	Massa A1	Massa A2	Massa A3	Massa A4	Massa A5	Massa A6	Massa A7	Massa A8	Massa A9	Massa A10
0	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa	Massa
	Massa seca									Massa seca
10	Massa									Massa
	Massa seca									Massa seca
30		Massa								Massa
		Massa seca								Massa seca
60			Massa							Massa
			Massa seca							Massa seca
90				Massa						Massa
				Massa seca						Massa seca
120					Massa					Massa
					Massa seca					Massa seca
150						Massa				Massa
						Massa seca				Massa seca
180							Massa			Massa
							Massa seca			Massa seca
210								Massa		Massa
								Massa seca		Massa seca
240									Massa	Massa
									Massa seca	Massa seca
1440										Massa
										Massa seca

**APÊNDICE B**  
**(Dados de quantidade de água durante a cinética de desidratação osmótica)**

**Tabela B1** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 40 °Brix e 50 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	88,383
30	80,350
60	74,084
90	65,796
120	62,808
150	57,931
180	55,903
210	51,748
240	48,386
1440	33,756

**Tabela B2** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 40 °Brix e 30 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	96,083
30	91,098
60	86,506
90	83,920
120	78,492
150	75,482
180	64,204
210	56,964
240	50,398
1440	29,727

**Tabela B3** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 60 °Brix e 30 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	96,243
30	86,924
60	83,797
90	79,711
120	74,410
150	71,231
180	63,682
210	55,645
240	38,544
1440	24,098

**Tabela B4** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 60 °Brix e 50 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	89,261
30	82,177
60	74,364
90	69,358
120	64,124
150	55,027
180	48,721
210	46,804
240	39,502
1440	19,369

**Tabela B5** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	88,948
30	84,146
60	77,732
90	71,870
120	71,239
150	63,311
180	60,060
210	57,864
240	53,463
1440	30,260

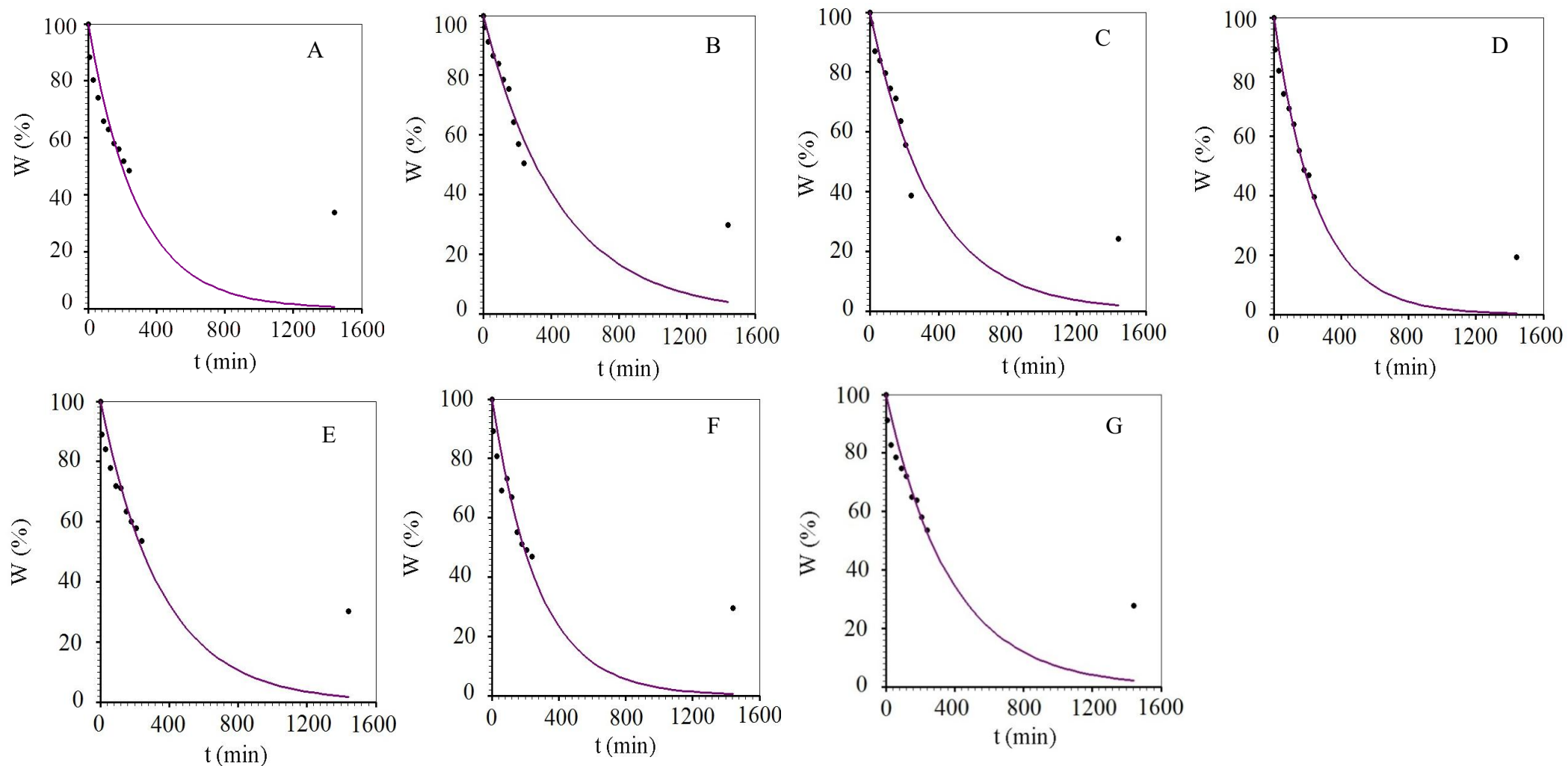
**Tabela B7** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	91,124
30	82,743
60	78,471
90	74,739
120	72,057
150	64,965
180	63,829
210	58,094
240	53,560
1440	27,642

**Tabela B6** - Quantidade de água obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

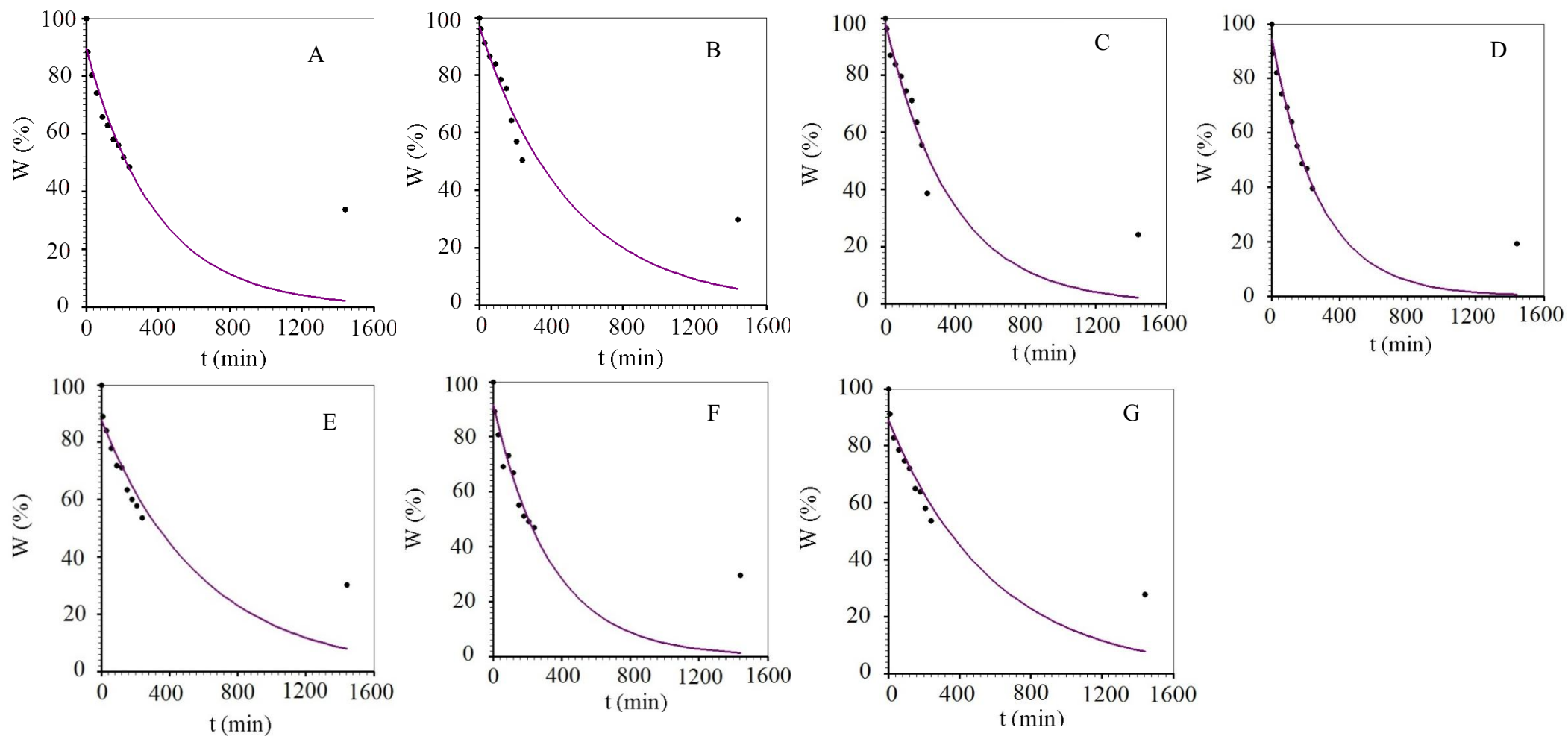
Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	100,000
10	89,120
30	80,817
60	69,123
90	73,148
120	66,890
150	55,094
180	51,173
210	49,171
240	46,840
1440	29,426

**APÊNDICE C**  
**(Gráficos de quantidade de água ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis,  
Wang e Singh, Page e Silva et alii)**

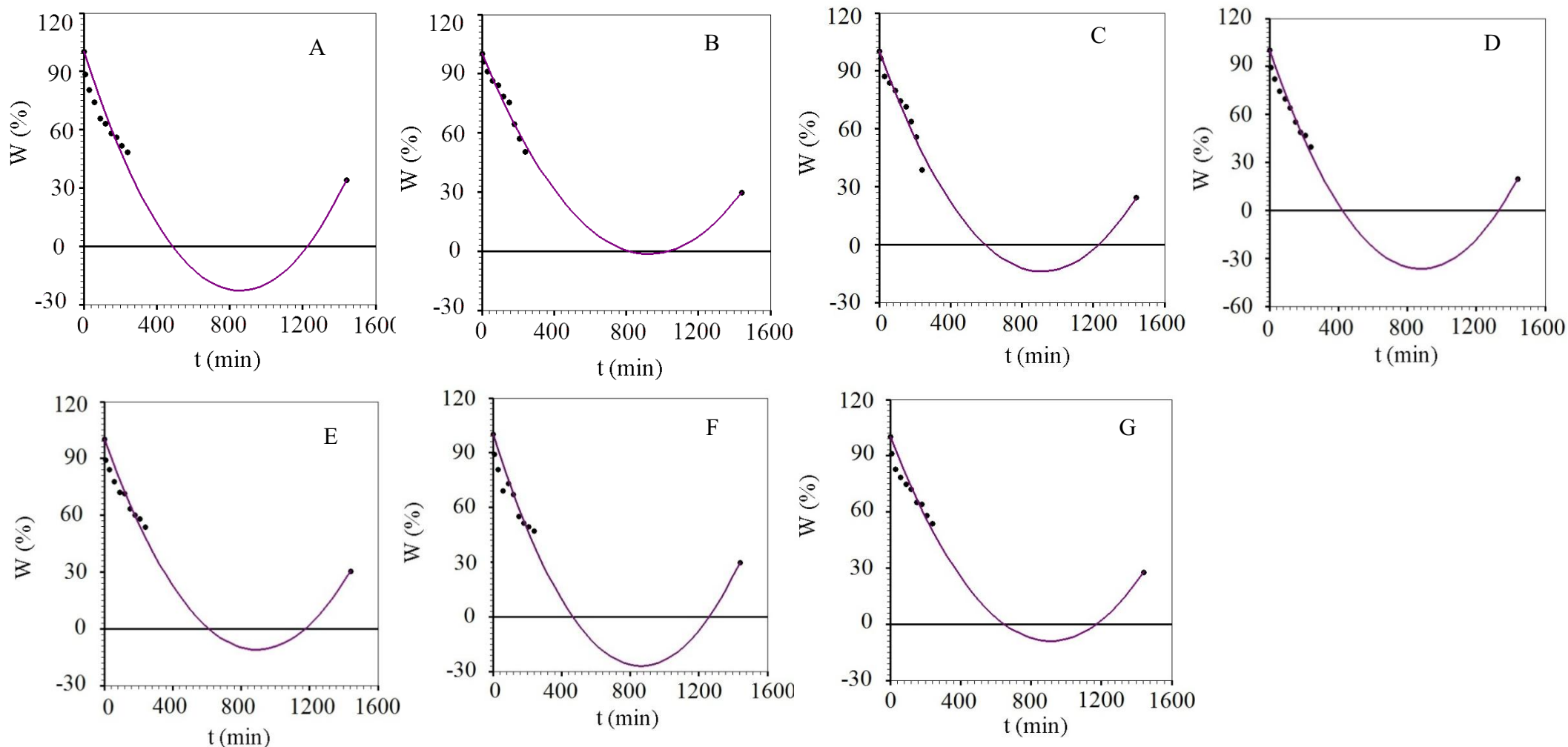


**Figura 1** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Lewis

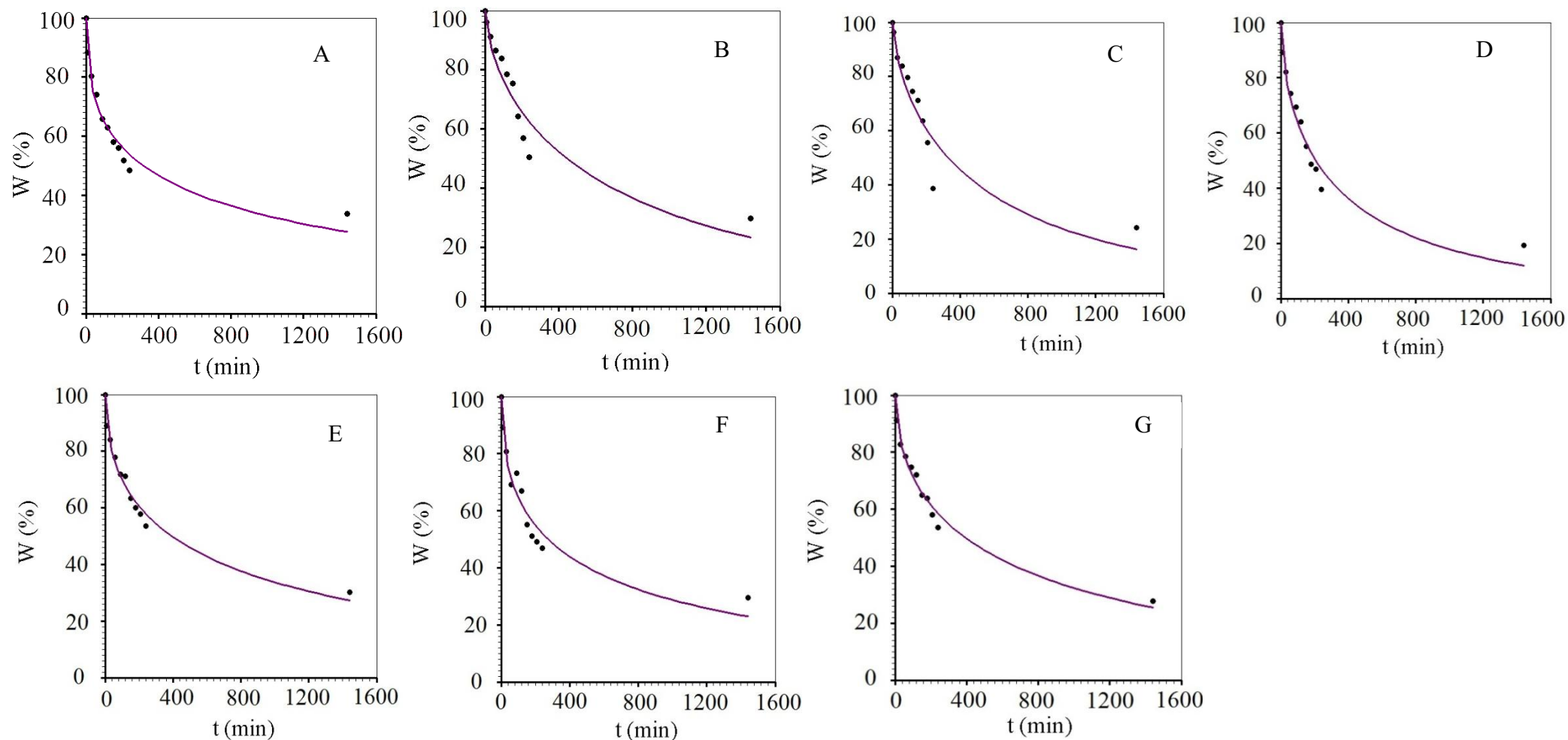




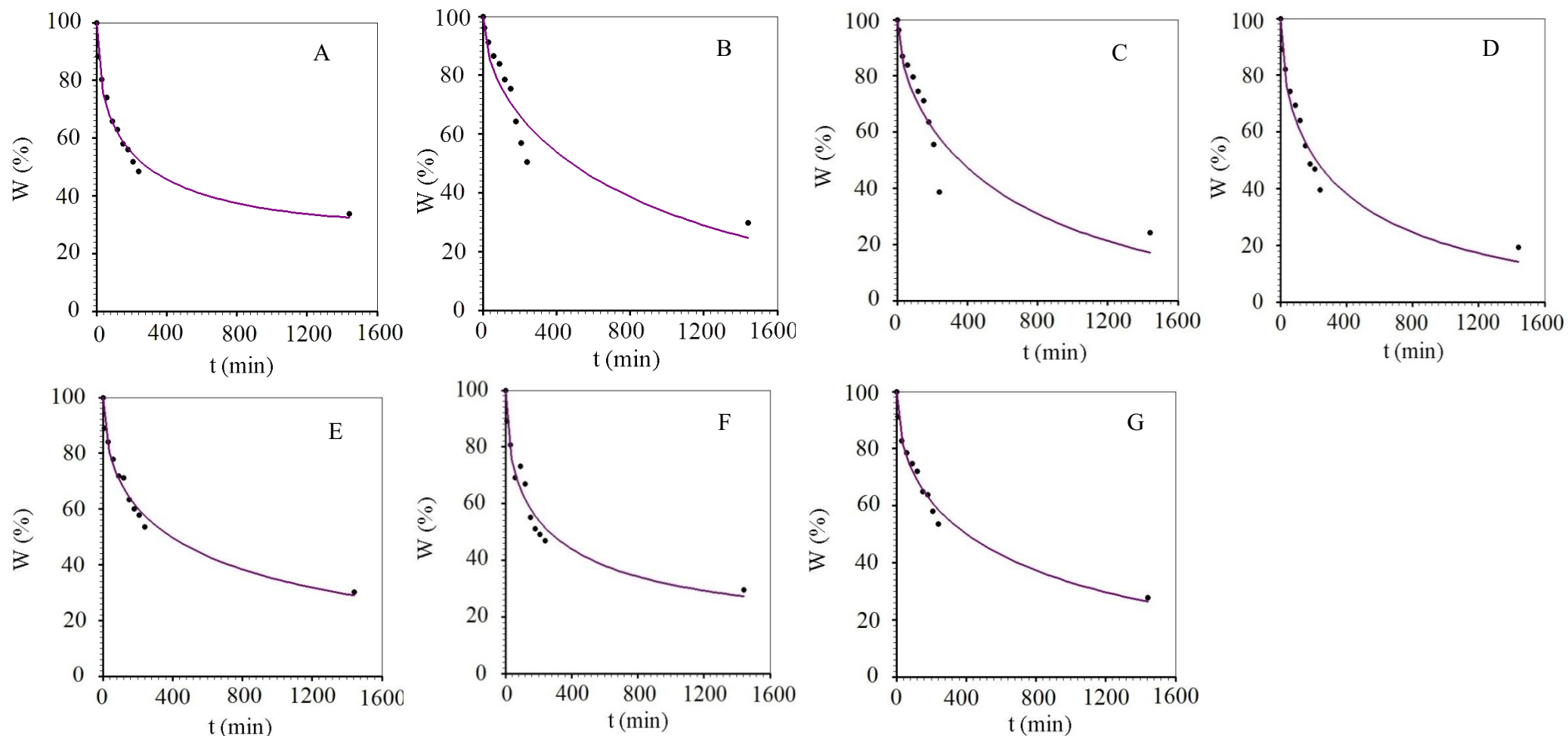
**Figura 2** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis



**Figura 3** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Wang e Singh



**Figura 4** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Page



**Figura 5** - Quantidade de água obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Silva et alii

**APÊNDICE D**  
**(Dados de quantidade de sacarose durante a cinética de desidratação osmótica)**

**Tabela D1** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 40 °Brix e 50 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	14,928
30	33,232
60	40,326
90	44,348
120	48,607
150	55,996
180	60,599
210	63,062
240	65,646
1440	72,003

**Tabela D2** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 40 °Brix e 30 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	3,642
30	10,254
60	18,655
90	22,063
120	31,871
150	39,252
180	45,358
210	59,824
240	66,823
1440	69,892

**Tabela D3** - Quantidade de Sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 60 °Brix e 30 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	6,801
30	16,676
60	24,229
90	27,337
120	32,746
150	44,049
180	47,106
210	61,344
240	64,026
1440	72,780

**Tabela D4** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 60 °Brix e 50 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	18,398
30	23,177
60	33,180
90	43,207
120	48,307
150	59,298
180	63,148
210	66,527
240	68,862
1440	74,622

**Tabela D5** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	23,660
30	30,338
60	32,760
90	35,627
120	44,005
150	48,801
180	52,320
210	56,751
240	66,241
1440	72,445

**Tabela D7** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

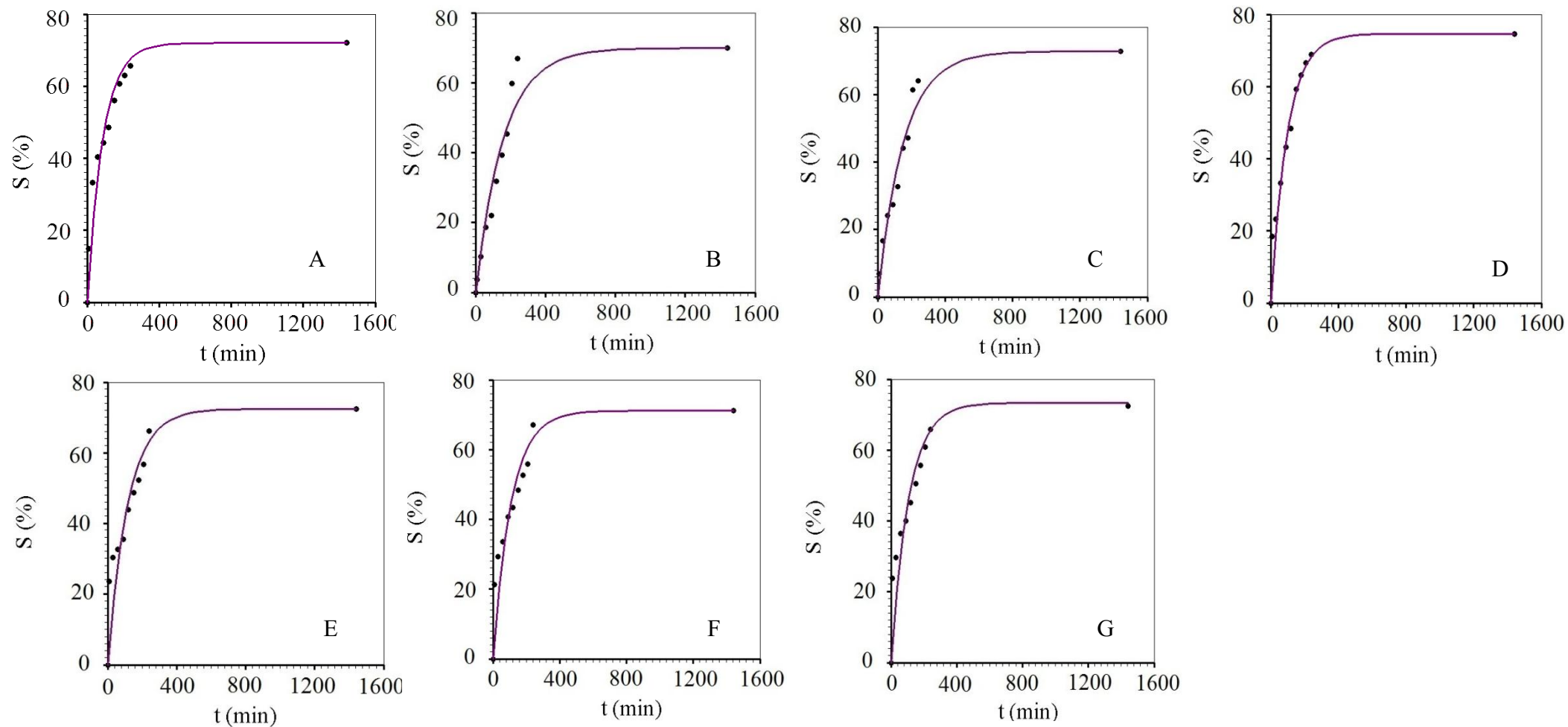
Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	23,847
30	29,584
60	36,407
90	40,020
120	45,122
150	50,464
180	55,744
210	60,927
240	65,906
1440	72,342

**Tabela D6** - Quantidade de sacarose obtida a partir das condições experimentais de desidratação osmótica 50 °Brix e 40 °C

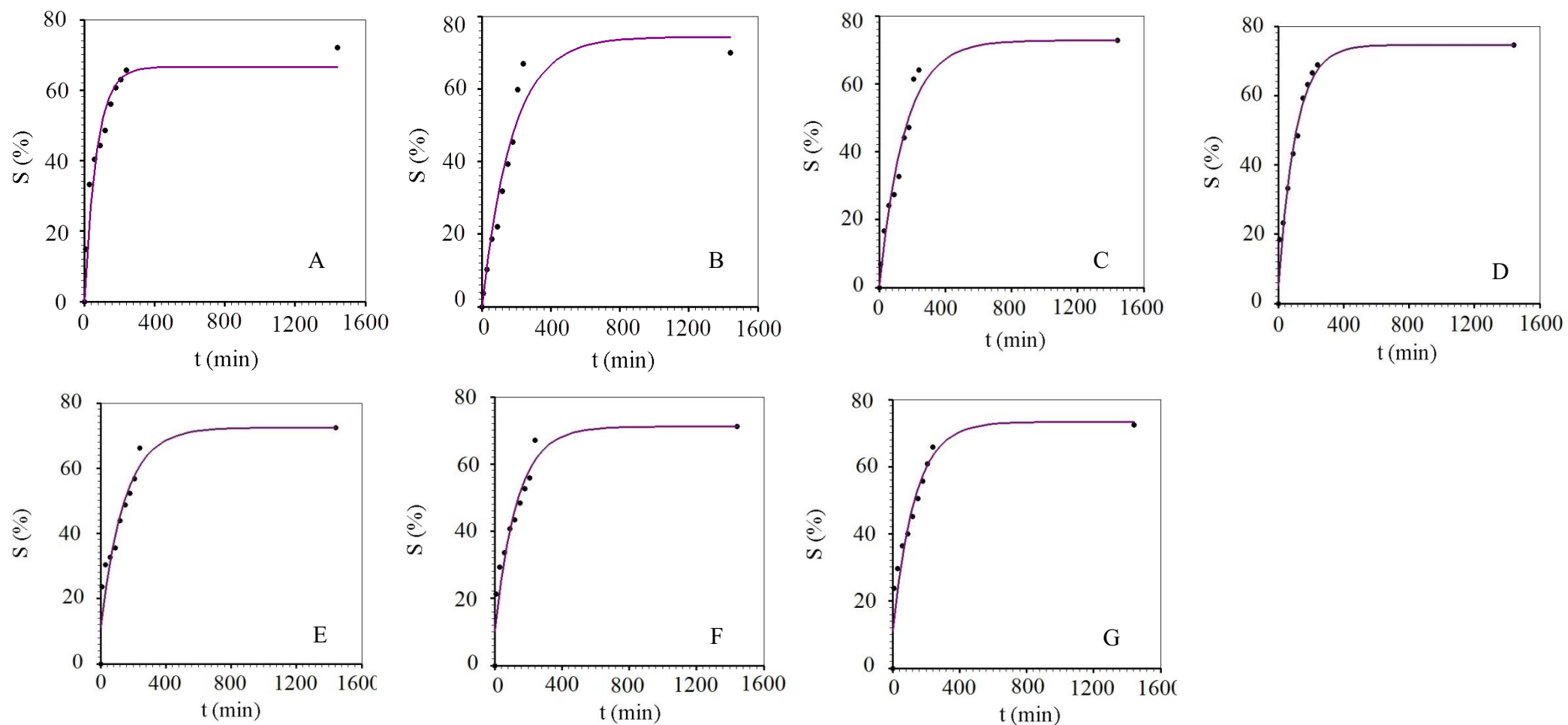
Tempo (min)	Quantidade de água (%)
0	0,000
10	21,291
30	29,317
60	33,578
90	40,759
120	43,388
150	48,295
180	52,618
210	55,904
240	67,082
1440	71,136

**APÊNDICE E**  
**(Gráficos de quantidade de sacarose ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Page e Silva et alii)**

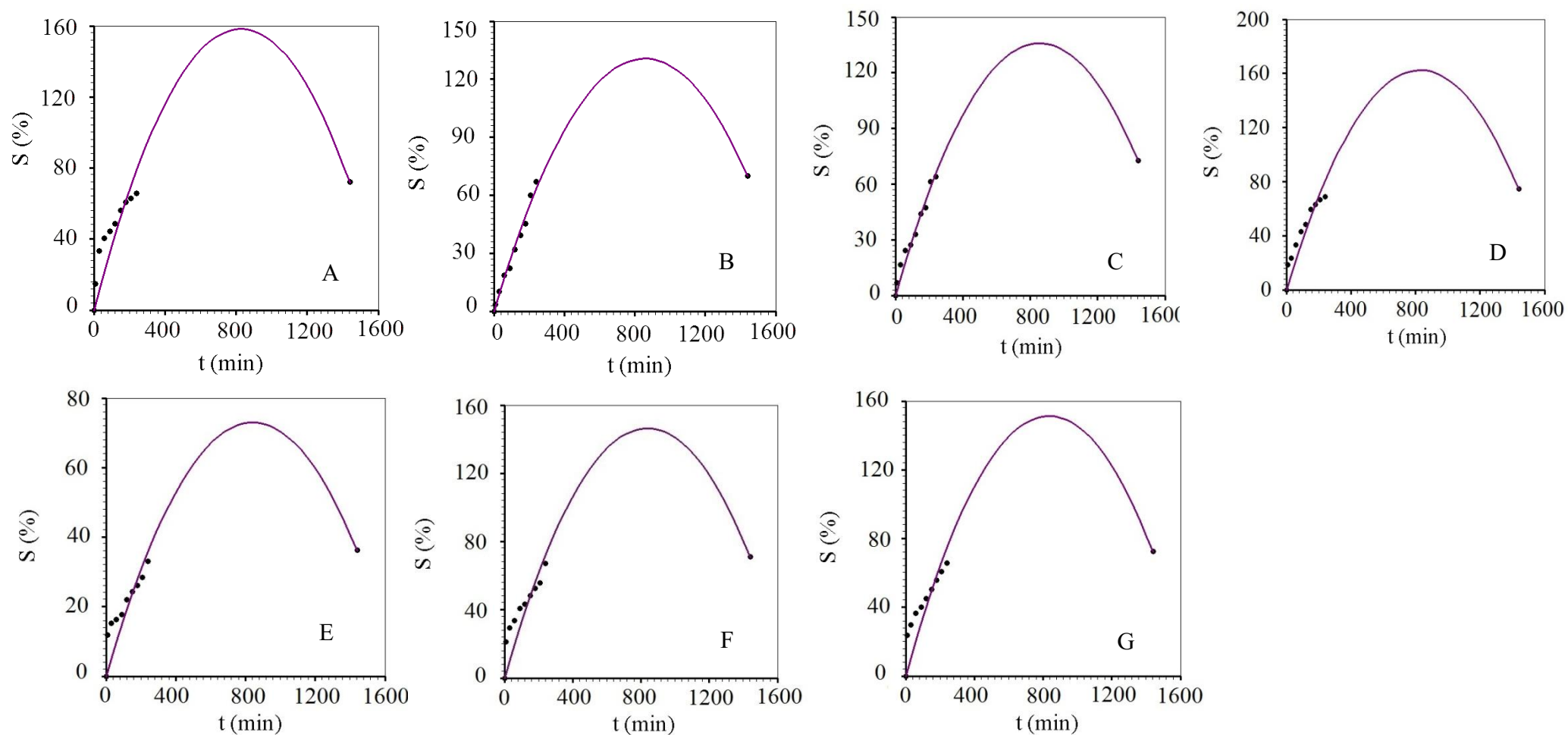




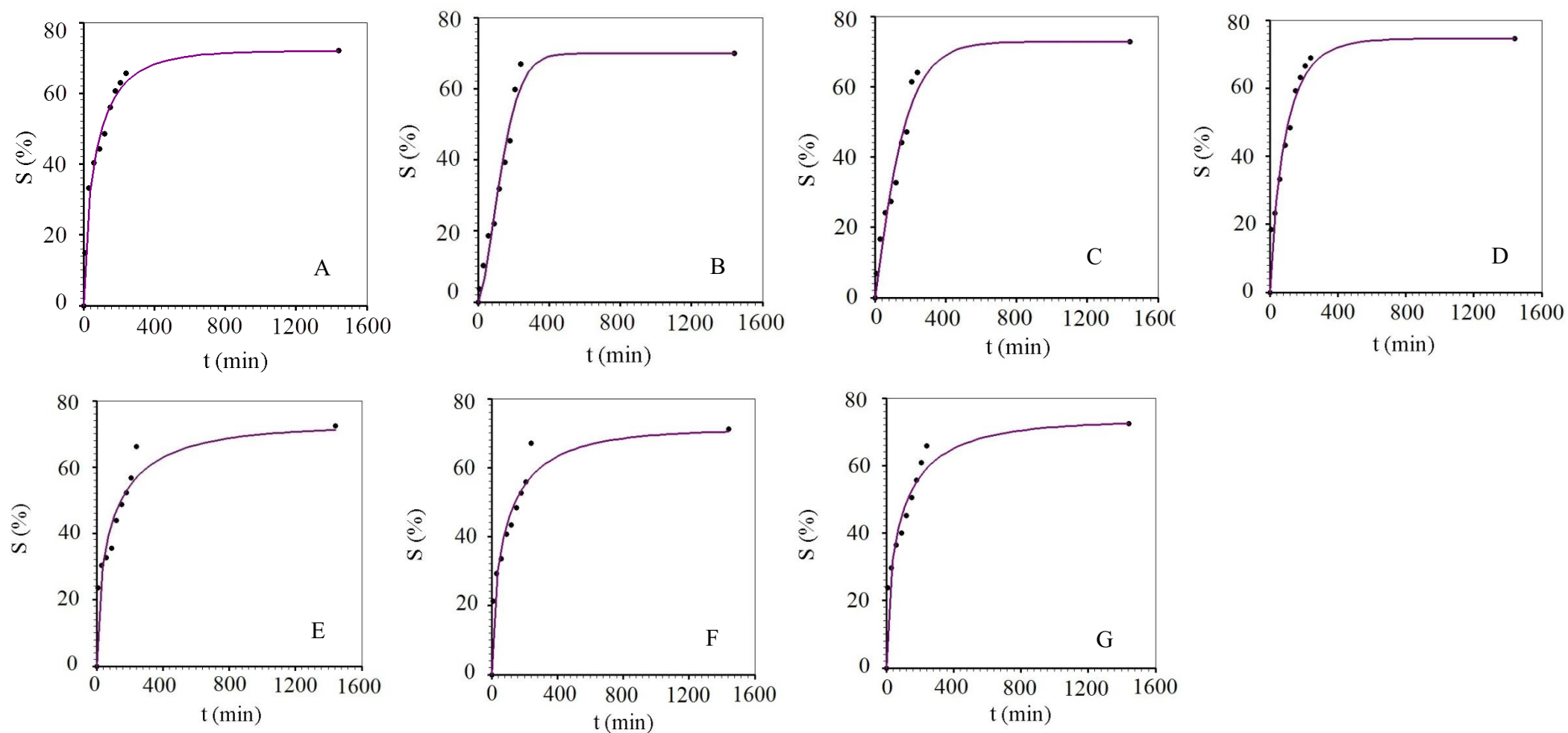
**Figura 1** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Lewis



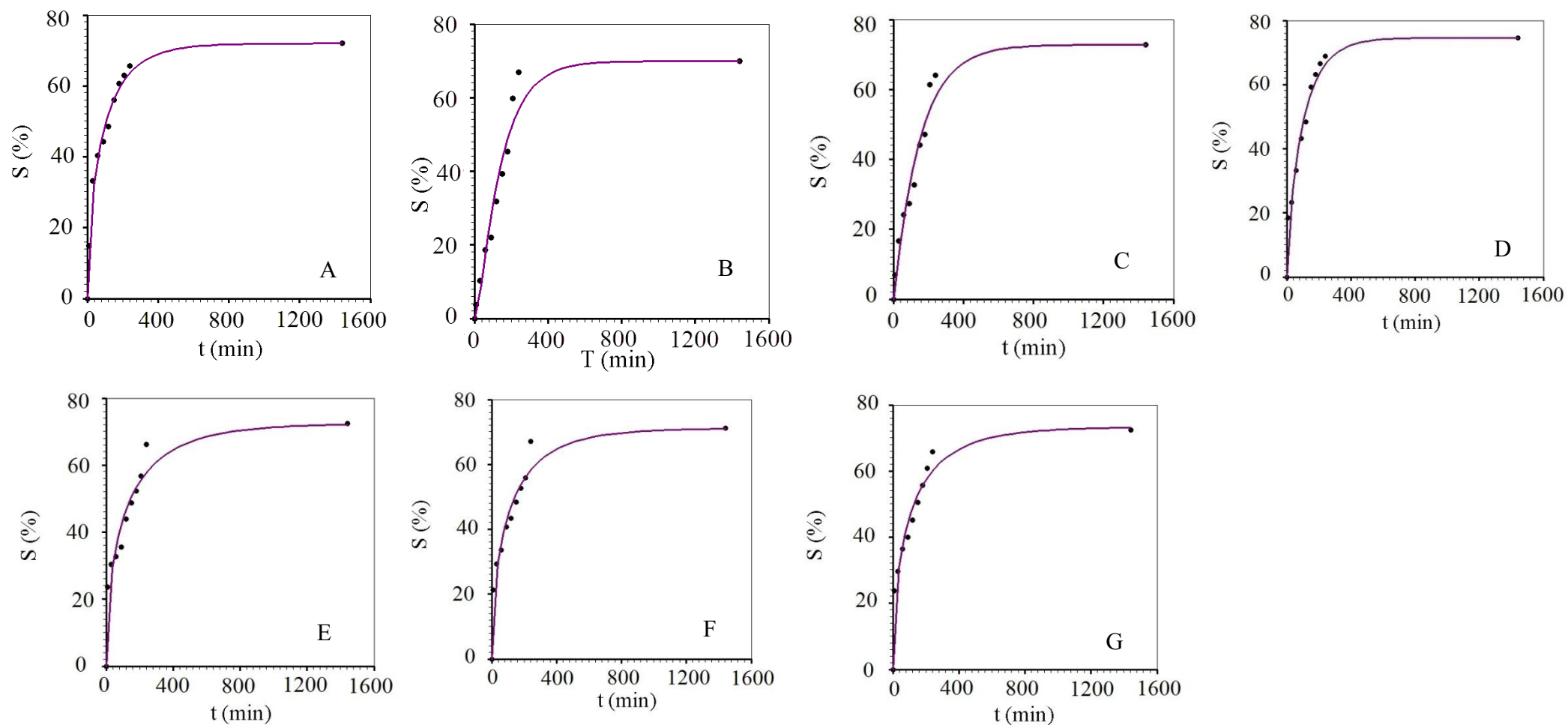
**Figura 2** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis



**Figura 3** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Wang e Singh



**Figura 4** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Page



**Figura 5** - Quantidade de sacarose obtida nas condições de 40 °Brix e 30 °C (A), 40 °Brix e 50 °C (B), 60 °Brix e 30 °C (C), 60 °Brix e 50 °C (D), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (E), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (F), 50 °Brix e 40 °C (ponto central) (G) ajustadas ao modelo de Silva et alii

**APÊNDICE F**  
**(Valores de RX da secagem de fatias de goiaba pré tratada osmoticamente)**

F1 - Dados de secagem à temperatura de 50°C

Tempo	50°C					<i>In natura</i>
	RX					
	40°Brix e 30°C	40°Brix e 50°C	60°Brix e 30°C	60°Brix e 50°C	50°Brix e 40°C	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9607	0,9297	0,8661	0,8872	0,9138	0,9755
10	0,9212	0,8792	0,8029	0,8290	0,8785	0,9322
20	0,8862	0,8375	0,7521	0,7781	0,8401	0,9042
30	0,8368	0,7855	0,6843	0,7224	0,7944	0,8592
40	0,7900	0,7374	0,6231	0,6726	0,7507	0,8153
60	0,7158	0,6556	0,5330	0,5785	0,6768	0,7387
90	0,6085	0,5463	0,4293	0,4853	0,5834	0,6466
120	0,5319	0,4660	0,3560	0,4081	0,5079	0,5625
150	0,4555	0,3926	0,3569	0,3452	0,4331	0,4835
180	0,3927	0,3396	0,2992	0,2935	0,3776	0,4210
210	0,3453	0,2917	0,2540	0,2716	0,3329	0,3658
240	0,3077	0,2602	0,2336	0,2380	0,2947	0,3259
270	0,2654	0,2165	0,2039	0,2078	0,2577	0,2664
300	0,2402	0,1792	0,1714	0,1760	0,2288	0,2274
330	0,2046	0,1642	0,1460	0,1487	0,2012	0,2000
360	0,1765	0,1382	0,1249	0,1194	0,1739	0,1633
390	0,1480	0,1274	0,1058	0,1031	0,1519	0,1331
450	0,1133	0,1033	0,0783	0,0717	0,1195	0,0889
510	0,0827	0,0837	0,0580	0,0438	0,0893	0,0551
570	0,0597	0,0486	0,0388	0,0222	0,0659	0,0323
630	0,0415	0,0333	0,0260	0,0000	0,0510	0,0194
690	0,0249	0,0186	0,0129		0,0340	0,0116
750	0,0138	0,0098	0,0000		0,0252	0,0065
810	0,0059	0,0000			0,0000	0,0032
870	0,0000					0,0019
						0,0000

## F2 - Dados de secagem à temperatura de 60°C

Tempo	60°C					
	RX					<i>In natura</i>
	40°Brix e 30°C	40°Brix e 50°C	60°Brix e 30°C	60°Brix e 50°C	50°Brix e 40°C	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9573	0,8641	0,8864	0,9022	0,9288	0,9642
10	0,9344	0,8365	0,8376	0,8405	0,8946	0,9421
20	0,8661	0,7909	0,7526	0,7445	0,8353	0,9111
30	0,7943	0,7205	0,6469	0,6588	0,7642	0,8741
40	0,7396	0,6961	0,5812	0,6039	0,7059	0,8068
60	0,6302	0,6075	0,4583	0,5023	0,5969	0,7553
90	0,5016	0,4990	0,3239	0,3917	0,4689	0,6596
120	0,3919	0,3898	0,2451	0,3163	0,3642	0,5670
150	0,3284	0,3239	0,1945	0,2567	0,2932	0,4923
180	0,2468	0,2695	0,1509	0,2061	0,2298	0,4146
210	0,1943	0,2148	0,1220	0,1465	0,1801	0,3459
240	0,1563	0,1869	0,1046	0,1431	0,1445	0,2946
270	0,1239	0,1559	0,0839	0,1131	0,1154	0,2515
300	0,1039	0,1355	0,0753	0,1019	0,0987	0,2070
330	0,0842	0,1109	0,0629	0,0865	0,0703	0,1726
360	0,0709	0,0932	0,0646	0,0660	0,0602	0,1409
390	0,0552	0,0788	0,0447	0,0424	0,0506	0,1113
450	0,0350	0,0536	0,0343	0,0321	0,0338	0,0689
510	0,0190	0,0355	0,0223	0,0158	0,0196	0,0422
570	0,0083	0,0212	0,0096	0,0000	0,0118	0,0248
630	0,0000	0,0102	0,0038		0,0000	0,0119
690		0,0000	0,0000			0,0050
750						0,0000



F3: Dados de secagem à temperatura de 70°C

Tempo	70°C					<i>In natura</i>
	RX					
	40°Brix e 30°C	40°Brix e 50°C	60°Brix e 30°C	60°Brix e 50°C	50°Brix e 40°C	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9249	0,9522	0,9103	0,9194	0,9493	0,9642
10	0,8684	0,9158	0,8477	0,8531	0,9136	0,9242
20	0,8291	0,8415	0,7529	0,7732	0,8654	0,8848
30	0,7596	0,7693	0,6456	0,6628	0,7899	0,8294
40	0,6793	0,7073	0,5256	0,6110	0,7311	0,7499
60	0,5948	0,6060	0,4528	0,4903	0,6227	0,6420
90	0,4483	0,4807	0,3244	0,3692	0,5017	0,5213
120	0,3399	0,3908	0,2423	0,2889	0,4110	0,4218
150	0,2514	0,3116	0,1838	0,2226	0,3166	0,3406
180	0,1866	0,2511	0,1432	0,1746	0,2542	0,2702
210	0,1388	0,2029	0,1153	0,1309	0,1975	0,2111
240	0,1062	0,1622	0,0942	0,1075	0,1562	0,1631
270	0,0855	0,1272	0,0721	0,0858	0,1241	0,1232
300	0,0611	0,1034	0,0642	0,0650	0,0929	0,0934
330	0,0490	0,0911	0,0568	0,0565	0,0712	0,0704
360	0,0419	0,0745	0,0458	0,0344	0,0546	0,0527
390	0,0238	0,0602	0,0373	0,0297	0,0456	0,0389
450	0,0133	0,0381	0,0225	0,0140	0,0241	0,0200
510	0,0064	0,0147	0,0139	0,0000	0,0119	0,0116
570	0,0000	0,0032	0,0077		0,0000	0,0043
630		0,0000	0,0000			0,0011
690						0,0000

**Anexo 1**  
**(Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa)**

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** MODELAGEM DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)  
PASSA

**Pesquisador:** Deise Souza de Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 24286213.8.0000.5182

**Instituição Proponente:** Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 610.622

**Data da Relatoria:** 26/03/2014

**Apresentação do Projeto:**

O projeto apresentado propõe a apresentação e transformação de produto conhecido e apreciado pelo mercado interno, a GOIABA (*Psidium guajava* L.) in natura para PASSAS. Este projeto fará um pré-tratamento de desidratação osmótica pode ser usado para reduzir o teor de água inicial do fruto, resultando em um novo produto comercial e maior valor agregado.

**Objetivo da Pesquisa:**

estudar o processo de obtenção de goiaba (*Psidium guajava* L.) passa em diferentes temperaturas de osmose e concentrações de sacarose.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos de infecções alimentares aos provadores participantes da análise sensorial. Entretanto, foi emitido pela Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais o apoio da instituição no decorrer do desenvolvimento deste projeto. Os benefícios é o aproveitamento dos excedentes da safra da goiaba, e viabilização de um novo produto com maior valor agregado nutricional, para os produtores e consumidores.

**Endereço:** Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

Continuação do Parecer: 610.622

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Todos os requisitos foram cumpridos e o projeto apresenta-se com objetividade para cada processo de seu desenvolvimento, inclusive nos testes de laboratório e de degustação do produto goiaba (*Psidium guajava* L.) passa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Adequados

**Recomendações:**

Inserir no TCLE endereço e telefone institucional da pesquisadora responsável e deste Comitê de Ética

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Considerando que a pesquisa atende aos requisitos éticos, conforme estabelece a Resolução 466/2012/CNS, o parecer da relatoria foi APROVADO Ad Referendum. Coordenação Pro Tempore do CEP/HUAC.

CAMPINA GRANDE, 09 de Abril de 2014

---

**Assinador por:**  
**Maria Teresa Nascimento Silva**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

**Bairro:** São José

**UF:** PB

**Município:**

CAMPINA GRANDE

**CEP:** 58.107-670

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

**Anexo 2**  
**(Laudos das análises físico-químicas)**



**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 541/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA DESIDRATADA 40°C / 50° Brix – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB.:/VAL.:/LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 783/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	0,0	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>a</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00336461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900  
Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04  
Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)



**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 542/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA DESIDRATADA 50°C / 60° Brix – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./VAL./LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 784/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	0,0	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>a</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00336461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos

☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900

Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04

Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12

E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)





**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 543/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA IN NATURA – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./VAL./LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 785/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	0,0	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

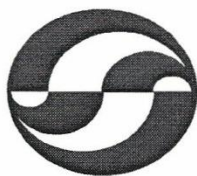
### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>o</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00338461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900  
Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04  
Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)





**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 544/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA DESIDRATADA 30 °C / 40° BRIX – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB.:/VAL.:/LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 786/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	9,2	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

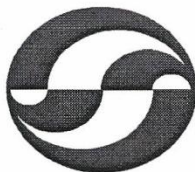
Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>a</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00338461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900  
Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04  
Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)



**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 545/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA DESIDRATADA 30 °C / 60° BRIX – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB.:/VAL.:/LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 787/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	0,0	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

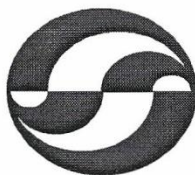
Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Engª Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00338461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900  
Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04  
Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)



**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 15 de julho de 2014.

## LAUDO DE ANÁLISE Nº 546/14

<b>SOLICITANTE:</b>	JOSIVANDA PALMEIRA GOMES
<b>ENDEREÇO:</b>	Rua Aprígio Veloso nº 882 - Bairro Universitário - Campina Grande - PB
<b>PRODUTO(S):</b>	<b>GOIABA DESIDRATADA 50 °C / 40° BRUX – SECAS À 70°C</b>
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado(a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./VAL./LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	09.07.2014
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.07.2014
<b>AMOSTRA:/QUANT.:</b>	Nº. 788/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES
Coliformes à 45° C/g	0,0	Máx. 10 <sup>2</sup> /g
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, 2 de Janeiro de 2001.

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>ª</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00338461

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☒ (83) 3216-7900  
Endereço: Av. Apolônio da Nóbrega, 263 1º andar sala 04  
Castelo Branco – João Pessoa – PB CEP: 58.050-260 CNPJ 08.331.902/0001-12  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)