



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



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO
E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SEGUIDA DE SECAGEM DE GOIABA
PARA OBTENÇÃO DE PASSAS

TACIANO PESSOA

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro, 2011

TACIANO PESSOA

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SEGUIDA DE SECAGEM DE GOIABA
PARA OBTENÇÃO DE PASSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na área de concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas.

ORIENTADORES

Prof.^a. Dr.^a. Maria Elita Martins Duarte

Prof. Dr. Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro, 2011



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCCG

P475d

Pessoa, Taciano.

Desidratação osmótica seguida de secagem de goiaba para obtenção de passas / Taciano Pessoa. — Campina Grande, 2011.

135 f. : il. col.

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

Orientadores: Prof.^a Dr.^a Maria Elita Martins Duarte, Prof. Dr. Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata.

Referências.

1. Goiaba – *Psidium guajava* L. - Secagem. 2. Físico-química. 3. Sacarose. 4. Temperatura. 5. Textura. I. Título.

CDU - 631.563.2:634.42(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Taciano Pessoa

Secagem de goiaba precedida de desidratação osmótica para
obtenção de passa

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Maria Elita Martins Duarte
Dra. Maria Elita Martins Duarte – Orientadora

APROVADO

Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata
Dr. Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata – Orientador

APROVADO

Alexandre José de Melo
Dr. Alexandre José de Melo – Examinador

APROVADO

Ana Paula Trindade Rocha
Dra. Ana Paula Trindade Rocha – Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO DE 2011

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem..”

Renato Russo

*A Deus, pelo dom Divino da vida, que
nos mostra força e coragem para que busquemos
momentos de paz, amor e alegrias.*

*A minha mãe (Geni), por
acreditar que posso conquistar
um mundo novo.*

Dedico

Agradecimentos

A **Deus** que nos mostra cada caminho a ser trilhado, nos dando força e perseverança SEMPRE.

A meus **pais, irmão e avó**, por nos encorajar e acreditar na busca da realização dos sonhos.

Ao meu amigo **Lúcio**, por sempre ter a paciência de escutar meus reclames, e me encorajar a continuar sempre.

A minha grande amiga **Izabel**, por nunca deixar de acreditar que sou capaz, e que a distância não passa de quilômetros entre nós, fortalecendo-nos pelo amor que temos um pelo outro.

À **Universidade Federal de Campina Grande**, por me proporcionar a realização do Mestrado.

Aos meus Orientadores Prof.^a D.Sc. **Maria Elita** e Prof. D.Sc. **Mario Eduardo**, pela paciência e orientações.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa.

À professora **Rossana Figueirêdo**, pela paciência de nos ajudar sempre com as nossas dúvidas.

A todos os **Professores** do Mestrado, pela transmissão do conhecimento.

À direção da **Escola Municipal Padre Simão Fileto de Cubati, PB**, pela concessão de realizarmos as análises sensorias.

Aos **membros da banca examinadora**, pelas correções e sugestões fundamentais visando à melhoria desta dissertação.

As minhas amigas **Anicléia** e **Renata**, pela paciência de aguentar meus dias de impaciência: amo vocês!

A **Leila** e **Severina**, pela troca de experiências, contribuindo para a realização desse trabalho.

A minha grande companheira **Denise Amaral**, pela força, companheirismo, amizade, noites de sono, “macarrão com sardinha”, “chocolates quentes”, tristezas e alegrias nas noites e mais noites no CZ. A quem agradeço tudo! Só conseguimos porque estávamos juntos neste caminhar.

Ao meu amigo **Flávio**, companheiro, amigo, conselheiro. Juntos fizemos muitos sorrisos serem despertados e nos momentos mais difíceis, conseguimos extrair o melhor de nós.

As minhas amigas de Mestrado **Gilmara, Plúvia, Tânila, Mônica, Vanessa, Fernanda e Poliana**, em que, juntos, trilhamos essa caminhada. Grato pela convivência com vocês e por tê-las conhecido.

Às minhas queridas amigas **Tatiana, Elvira, Carla, Rebeca, Maiene, Wolia e Debora** obrigado por tudo... Pelos esclarecimentos quando havia dúvida e pela amizade.

Aos funcionários: **Paulinho, Luizinho, Renato, Jasiel, Aparecida, Elaine, Silas, Rildo e Luciene**, Obrigado pela paciência em nos ajudar.

Aos meus amigos Eng. Agrônomos **Richardson, Mayara, Carol, Nivaldo, Madson, Renato, Pablo, Ana, Renato Dantas, Eduardo e Lamartine**, pela torcida, para que tenhamos um futuro brilhante. São as amizades que nos fazem felizes.

Aos meus amigos **cubatienses** os quais amo tanto: **Isleno, Isaias, Danielle, Juliano, Lucinaldo, Walber, Raquel Clara, Renalice e Jandilson...** Pela torcida com as minhas realizações.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xvii
RESUMO	xxv
ABSTRACT	xxvi
01 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo geral	2
1.2 – Objetivos específicos	2
02 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1- Produção e comercialização da goiaba	4
2.2- Características físico-químicas e nutricionais da goiaba	6
2.2.1-Açúcares	7
2.2.2- Acidez Titulável (AT)	8
2.2.3- Potencial Hidrogeniônico (pH)	9
2.2.4- Sólidos Solúveis (SS)	10
2.2.5- Vitamina C	10
2.2.6- Teor de água	11
2.3- Desidratação Osmótica	12
2.3.1 Agentes desidratante	14
2.4- Secagem	15
2.4.2- Tipos de secagem	17
2.4.2- Efeitos da secagem	18
2.4.3- Variáveis da secagem	19
2.5- Análise sensorial	23
2.5.1- Aparência e cor	24

2.5.2- “Flavor”.....	24
2.5.3. Tipos de testes.....	25
2.5.4. Testes afetivos.....	25
2.6- Cor.....	26
2.7- Atributos de textura.....	27
3.0 – MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1- Tratamentos para desidratação osmótica.....	31
3.2- Seleção e processamento da goiaba.....	31
3.3- Características físico-químicas.....	31
3.3.1- Açúcares redutores, totais e não redutores.....	31
3.3.2- Acidez total titulável.....	31
3.3.3- Teor de água.....	32
3.3.4 Vitamina C.....	32
3.3.5- pH.....	32
3.3.6- Sólidos solúveis totais (°Brix).....	32
3.3.7-Cinzas.....	32
3.4- Desidratação osmótica.....	32
3.5- Secagem.....	34
3.5.1- Embalagem.....	35
3.5.2- Cinética de secagem.....	35
3.6- Análise dos atributos de textura.....	36
3.7- Análise de cor.....	37
3.8- Análise sensorial.....	37
3.9- Análise estatística.....	40
4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1- Cinética de desidratação osmótica.....	41
4.2- Cinética de secagem.....	43
4.2.1- Modelo de Henderson & Pabis.....	44
4.2.2- Modelo de Midilli.....	47
4.2.3- Modelo de Page.....	51

4.2.4- Modelo de Thompson.....	55
<hr/>	
4.3- Cor.....	60
4.4- Avaliação físico-químicas.....	64
4.4.1-Avaliação físico-química das goiabas nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	64
4.4.2-Avaliação físico-química das goiabas nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica.....	67
4.4.3- Avaliação físico-químicas das goiabas passas verdes.....	70
4.4.4- Avaliação físico-químicas das goiabas passas maduras.....	73
4.5- Avaliação instrumental de atributos de textura.....	76
4.5.1- Avaliação instrumental de resistência ao corte, ruptura de fibra e resistência a compressão da goiaba passa, nos estádios de maturação verde e madura.....	76
4.5.1.1- Resistência ao corte.....	76
4.5.1.2- Ruptura da fibra (penetração).....	78
4.5.1.3- Resistência à compressão.....	80
4.6- Análise sensorial.....	83
4.6.1- Perfil sensorial das goiabas passas.....	88
4.6.2- Intenção de compra.....	91
5.0 – CONCLUSÕES.....	95
6.0- SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	100
7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
APÊNDICE A.....	111
APÊNDICE B.....	113
APÊNDICE C.....	117
APÊNDICE D.....	120

APÉNDICE E	123
APÉNDICE F	127
APÉNDICE G	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Fluxos de transferência de massa durante a desidratação osmótica.....	13
Figura 2.2	Curva de secagem: evolução do tempo (t), do teor de água do produto(X), de sua temperatura (T) e da taxa de secagem (dX/dt).....	16
Figura 2.3	Curva característica do texturômetro (MONTERO, 1999).....	28
Figura 3.1	Fluxograma das etapas do procedimento experimental para obtenção de goiaba passa.....	30
Figura 3.2	Lavagem, sanificação e descasque das goiabas.....	31
Figura 3.3	Montagem do experimento de desidratação das goiabas verdes e maduras em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix a 24 °C.....	33
Figura 3.4	Detalhes dos experimentos de secagem, mostrando bandejas com amostras na estufa com circulação de ar.....	34
Figura 3.5	Embalagem sob vácuo das goiabas passas para armazenamento.	35
Figura 3.6	Probes utilizados nas análises de atributos de textura, a: P/2; b: P/32 e c: HDP/BSG.....	36
Figura 3.7	Teste de análise sensorial com os provadores.....	38
Figura 3.8	Modelo do formulário utilizado para análise dos atributos sensoriais.....	39
Figura 4.1	Perda de massa em amostras de goiabas verdes e maduras desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, a temperatura de 24 °C.....	42
Figura 4.2	Ganho de sólidos em amostras de goiabas verdes e maduras, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, a temperatura de 24 °C.....	43
Figura 4.3	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada	45

	osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	
Figura 4.4	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	45
Figura 4.5	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	46
Figura 4.6	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50°Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	46
Figura 4.7	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	49
Figura 4.8	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	49
Figura 4.9	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	50

Figura 4.10	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	50
Figura 4.11	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	52
Figura 4.12	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	53
Figura 4.13	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	53
Figura 4.14	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	54
Figura 4.15	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	56
Figura 4.16	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas	57

	por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	
Figura 4.17	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba na maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	57
Figura 4.18	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.....	58
Figura 4.19	Parâmetro resistência ao corte de goiabas passas na maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	77
Figura 4.20	Parâmetro resistência ao corte de goiabas passas na maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	77
Figura 4.21	Parâmetro ruptura de fibras (penetração) de goiabas passas na maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	79
Figura 4.22	Parâmetro ruptura de fibras (penetração) de goiabas passas na maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	80
Figura 4.23	Parâmetro resistência à compressão de goiabas passas na maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas	81

	temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	
Figura 4.24	Parâmetro resistência à compressão de goiabas passas no estágio maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	82
Figura 4.25	Perfil sensorial da goiaba passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	89
Figura 4.26	Perfil sensorial da goiaba passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	89
Figura 4.27	Perfil sensorial da goiaba passa no estágio maturação madura desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	90
Figura 4.28	Perfil sensorial da goiaba passa no estágio maturação madura desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	90
Figura 4.29	Intenção de compra da goiaba passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	91
Figura 4.30	Intenção de compra da goiaba passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação ar.....	92
Figura 4.31	Intenção de compra da goiaba passa no estágio de maturação madura desidratada osmoticamente em solução de sacarose de	93

40 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa
com circulação ar.....

Figura 4.32 Intenção de compra da goiaba passa no estágio de maturação
madura desidratada osmoticamente em solução de sacarose de
50 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa
com circulação ar.....

94

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Composição química de duas diferentes variedades de goiabas in natura.....	7
Tabela 4.1	Parâmetros da equação de Handerson & Pabis, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	47
Tabela 4.2	Parâmetros da equação de Midilli, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	51
Tabela 4.3	Parâmetros da equação de Page, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	55
Tabela 4.4	Parâmetros da equação de Thompson, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	59
Tabela 4.5	Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas "in natura" nos estádios de maturação verde e madura.....	60
Tabela 4.6	Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas (verde e madura) desidratadas osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix a 25 °C	61

Tabela 4.7	Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas passas verde.....	62
Tabela 4.8	Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas passas madura.....	63
Tabela 4.9	Análises físico-químicas da goiaba “in-natura” nos estádios de maturação verde e madura.....	66
Tabela 4.10	Análises físico-químicas da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix a temperatura de 24 °C.....	69
Tabela 4.11	Análises físico-químicas da goiaba passa no estágio de maturação verde, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	72
Tabela 4.12	Análises físico-químicas da goiaba passas no estágio de maturação madura, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar.....	75
Tabela 4.13	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência, Cor.....	83
Tabela 4.14	Médias dos fatores Brix e temperatura de secagem para os para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência, Cor.....	84
Tabela 4.15	Desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix para o parâmetro aroma.....	85
Tabela 4.16	Desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix para o parâmetro aparência.....	85
Tabela 4.17	Desdobramento da interação significativa entre °brix e temperatura de secagem o parâmetro cor.....	86

Tabela 4.18	Dados das médias e coeficiência de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial da goiaba passa desidratadas osmoticamente e secas em estufa com circulação de ar, quanto aos parâmetros sabor, aroma, aparência e cor.....	87
Tabela A1	Tempo em minutos e valores percentuais da perda de massa da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, imersas em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix.....	112
Tabela A2	Tempo em minutos e valores de ganho de sólidos da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, imersas em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix.....	113
Tabela B1	Análise de variância do parâmetro luminosidade (L*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	114
Tabela B2	Análise de variância do parâmetro luminosidade (L) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica.....	114
Tabela B3	Análise de variância do parâmetro luminosidade (L*) de goiaba no estádio de maturação verde após secagem.....	114
Tabela B4	Análise de variância do parâmetro luminosidade (L*) de goiaba no estádio de maturação madura após secagem.....	114
Tabela B5	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	115
Tabela B6	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica.....	115
Tabela B7	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estádio de maturação verde após	115

	secagem.....	
Tabela B8	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estágio de maturação madura após secagem.....	115
Tabela B9	Análise de variância do parâmetro intensidade de amarelo (b*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	116
Tabela B10	Análise de variância do parâmetro intensidade de amarelo (b*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica.....	116
Tabela B11	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estágio de maturação verde após secagem.....	116
Tabela B12	Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estágio de maturação madura após secagem.....	116
Tabela C1	Análise de variância do teor de água da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	118
Tabela C2	Análise de variância do pH da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	118
Tabela C3	Análise de variância da acidez da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	118
Tabela C4	Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	118
Tabela C5	Análise de variância das cinzas goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	119
Tabela C6	Análise de variância do açúcar total da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	119
Tabela C7	Análise de variância do açúcar redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	119
Tabela C8	Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “ <i>in natura</i> ”.....	119

Tabela D1	Análise de variância do teor de água da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	121
Tabela D2	Análise de variância do pH da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	121
Tabela D3	Análise de variância da acidez da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	121
Tabela D4	Análise de variância do °Brix da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	121
Tabela D5	Análise de variância das cinzas da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	122
Tabela D6	Análise de variância do açúcar total da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	122
Tabela D7	Análise de variância do açúcar redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	122
Tabela D8	Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.....	122
Tabela E1	Análise de variância do teor de água da goiaba no estádio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	124
Tabela E2	Análise de variância do pH da goiaba no estádio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	124

Tabela E3	Análise de variância da acidez da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	124
Tabela E4	Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	124
Tabela E5	Análise de variância das cinzas da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	125
Tabela E6	Análise de variância do açúcar total da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	125
Tabela E7	Análise de variância do açúcar redutor da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	125
Tabela E8	Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba no estágio de maturação verde tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70°C.....	126
Tabela F1	Análise de variância do teor de água da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	126
Tabela F2	Análise de variância do pH da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	128
Tabela F3	Análise de variância da acidez da goiaba no estágio de	128

	maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	
Tabela F4	Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	129
Tabela F5	Análise de variância das cinzas da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	129
Tabela F6	Análise de variância do açúcar total da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	129
Tabela F7	Análise de variância do açúcar redutor da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	130
Tabela F8	Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba no estágio de maturação madura tratadas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C.....	130
Tabela G1	Experimento fatorial para o atributo sabor do teste de aceitação da análise sensorial, da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.....	132
Tabela G2	Experimento fatorial para o atributo aroma do teste de aceitação da análise sensorial, da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas	132

	temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.....	
Tabela G3	Experimento fatorial para o atributo aparência do teste de aceitação da análise sensorial, da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.....	133
Tabela G4	Experimento fatorial para o atributo cor do teste de aceitação da análise sensorial, da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.....	134
Tabela G5	Experimento fatorial para intenção de compra da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.....	135



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola



RESUMO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é utilizada não apenas para o consumo "*in natura*" como também para atender a uma demanda substancial para conservas industriais possibilitando, pela sua desidratação, um novo insumo nas indústrias alimentícias. Com vistas a atender a este mercado, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de processar a goiaba da variedade Paluma utilizando-se técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem convencional para obtenção de passa. Utilizaram-se goiabas nos estádios de maturação verde e madura, pré-tratadas em solução de sacarose, com duas concentrações (40 e 50 °Brix) e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar, em quatro temperaturas (40, 50, 60 e 70 °C). Os dados foram tratados segundo os modelos de Henderson e Pabis; Midilli, Page e Thompson. Realizou-se a caracterização físico-química das goiabas ("*in natura*") e, após, cada etapa do processo. Os dados das análises físico-químicas foram tratados de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições para cada etapa do processo de desidratação osmótica e de secagem. Para essas análises utilizou-se o programa Assistat 7.0, versão Beta. Foram feitas análises de textura das goiabas passa processadas quanto aos testes de ruptura de fibras, resistência à compressão e resistência ao corte, em que foi utilizado o equipamento TAXTplus - "Texture Analyser" da Stable Micro System. Com os produtos elaborados, realizou-se a análise sensorial, através de escala hedônica de 5 pontos, avaliando os atributos aparência, cor, aroma e sabor e aplicados testes de aceitação e intenção de compra. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas, aplicando-se o teste de Tukey. Desta pesquisa, as principais conclusões foram: a maior concentração de sacarose e a maior temperatura de secagem favorecem a maior remoção da água na desidratação osmótica e secagem, respectivamente; para mesma temperatura de secagem a concentração de sacarose na solução de pré-tratamento osmótico não exerceu influência sobre o tempo de secagem para obtenção da passa; o modelo de Page representa melhor os dados experimentais de secagem, com o menor DQM; pH das goiabas nos estádios verde e maduro foi menor que 4,04, em todo o processo, para a obtenção da passa; ocorre uma concentração da acidez à medida em que diminui o teor de água das goiabas; goiabas verdes após desidratação osmótica perdem vitamina C e, após a secagem, ocorre uma concentração desse nutriente; em goiabas maduras ocorre acréscimo do teor de vitamina C após desidratação osmótica e perdas após a secagem; o teor de cinzas das goiabas verdes em todo o processo ("*in natura*" após desidratação osmótica e após secagem) foi maior, em termos percentuais, que em goiabas maduras; as amostras mais macias foram aquelas obtidas nas temperaturas de 40 °C independente da maturação, sendo influenciadas pela solução osmótica na qual estiveram imersas; as amostras mais aceitas, segundo a análise sensorial, foram as que obtiverem o maior percentual para a intenção de compra, que foram a goiaba-passa verde obtida em solução osmótica de 50 °Brix e seca a 40 °C, e a goiaba-passa madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix e seca a 50 e 70 °C, respectivamente.

Palavras-chaves: *Psidium guajava* L.; físico-química, sacarose, temperatura, textura



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola



ABSTRACT

Guava (*Psidium guajava* L.) is used not only for fresh consumption as well as to attend a substantial demand for industrial canning enabling, by its dehydration, a new ingredient in food industry. In order to serve this market, this research was conducted with the aim of processing the 'Paluma' guava using combined techniques of osmotic dehydration and conventional drying to obtain raisin of guava. Guavas were used in the maturity stages, immature and mature, pretreated in sucrose solution, with two concentrations (40 and 50 °Brix) and submitted to drying in an oven with air circulation, at four temperatures (40, 50, 60 and 70 °C). Data were treated according to the models of Henderson and Pabis; Midilli, Page and Thompson. It was made the physicochemical characterization of fresh guavas after each process step. The data of physicochemical analysis were treated following a completely randomized experimental design with three replications for each step of the process of osmotic dehydration and drying. For data analysis was used the Assistat 7.0 software. It was analyzed the texture of the raisin of guavas as for tests of fiber rupture, resistance to compression and cutting, using the TAXTplus equipment - "Texture Analyser", Stable Micro System. There was a sensory analysis with the developed products through a 5-point hedonic scale, analyzing the attributes of appearance, color, aroma and flavor and tests were applied for acceptance and purchase intent. Data were interpreted by analysis of variance and means were compared by applying the Tukey test. The main conclusions from this research were that the higher sucrose concentration and high drying temperature leads to high water removal in osmotic dehydration and drying, respectively. For the same drying temperature, the sucrose concentration on osmotic pretreatment solution did not influence the drying time to obtain raisin of guavas; the Page model represents better the experimental data of drying, with the lowest DQM; pH of guavas at mature and immature stages was lower than 4.04 throughout all process, to obtain raisin of guava; there is a concentration of acidity as the water content of guavas reduces; immature guavas after osmotic dehydration lose vitamin C and, after drying process, there is a concentration of this nutrient; In mature guavas there is an addition of vitamin C after dehydration osmotic and loss after drying process; the ash content of immature guavas throughout the process (in fresh way after osmotic dehydration and after drying) was higher in percentage terms, than in mature guavas; the softer samples were those obtained in temperatures of 40 °C disregarding maturation stage, being influenced by the osmotic solution in which were immersed; the most accepted samples, according to sensory analysis, were those that obtained the highest percentage for purchase intent, which were immature dehydrated guava obtained in osmotic solution of 50 °Brix and drying at 40 °C, and raisin of guava, osmotically dehydrated at 50 °Brix and drying at 50 and 70 °C, respectively.

Keywords: *Psidium guajava* L.; physicochemical, sucrose, temperature, texture

1.0-INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de frutas tropicais mas, devido à alta perecibilidade das frutas, o país sofre com as perdas pós-colheita, decorrentes da abundância de colheita, da sazonalidade da produção e da distância dos mercados consumidores, adicionados ainda à ausência de tratamentos e manuseio pós-colheita eficientes, dificultando o escoamento da produção e seu consumo a tempo. Estima-se internamente, a perda pós-colheita de frutas e hortaliças esteja entre 30 e 40% da produção total onerando, assim, o preço dos produtos agrícolas e diminuindo a quantidade de exportação e industrialização desses alimentos.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é importante tanto para o consumo “*in natura*” como para atender a uma substancial demanda para conservas industriais. A fruta possui bom conteúdo de vitaminas A e complexo B, sendo excepcionalmente rica em vitamina C (ácido ascórbico), com teor superior àquele presente nos sucos cítricos (POMMER & MURAKAMI, 2006).

Seus atributos de qualidade estão relacionados ao moderado sabor e aroma, que lhe são característicos, com alta digestibilidade e ótima qualidade nutritiva, além de grande conteúdo de fibras, fator favorável à saúde humana. Foi classificada como excelente fruta para o consumo ao natural e processada, mostrando-se relevante para o processamento, por apresentar alto rendimento de polpa, condição para que se possa produzir goiabas em calda, doce em massa, geléias, sucos, néctar, passas, sorvete e bases para xaropes e bebidas (MORRETI, 2007). Seu processamento por secagem pode contribuir para o crescimento industrial, ensejando novos insumos nas indústrias alimentícias.

Nas últimas décadas muitos estudos foram realizados em relação à secagem de frutas como método eficiente de conservação; recentemente, um estudo sobre a desidratação osmótica, vem sinalizando um processo eficiente na remoção de água e preservação das propriedades nutricionais e sensoriais do alimento, em razão das baixas temperaturas utilizadas podendo, também ser empregada como etapa preliminar para a secagem.

O processo de secagem, pelo fato de envolver temperaturas consideravelmente altas para as frutas. por um longo período, causa alterações na composição dos alimentos, perda

de nutrientes e modificações bastante significativas na sua estrutura e cor. Muitos autores têm sugerido a utilização da desidratação osmótica como prétratamento para a secagem, por se mostrar como processo eficiente para a melhora da qualidade do produto final (CHIRALT *et. al.*, 2001; FIOREZE, 2004; MASTRANTONIO *et. al.*, 2006), diminuindo a perda de nutrientes voláteis e sensíveis a altas temperaturas durante a secagem, resultando também na obtenção de uma textura mais próxima do produto fresco.

A desidratação osmótica, juntamente com a secagem convectiva, é um processo que permite a obtenção de frutas com melhor estabilidade de cor e textura e aumento da vida de prateleira, em relação ao produto convencionalmente seco e armazenado em temperatura ambiente (CÓRDOVA, 2006).

As combinações das técnicas de secagem dão origem a um novo produto, com características do produto “*in natura*”, conservado e melhorado a partir da absorção dos solutos e da perda de água, possibilitando um nicho maior de mercado, ao qual amplia o período de comercialização do produto, facilitando o armazenamento e o transporte, garantindo a qualidade necessária ao seu uso como insumo na indústria de alimentos.

1.1- Objetivo Geral

Processar goiaba (*Psidium guajava* L). variedade Paluma, utilizando técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem convencional para obtenção de passa.

1.2- Objetivos específicos

-Realizar desidratação osmótica da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, por imersão em solução de sacarose em diferentes concentrações (40 e 50 °Brix);

-Determinar a cinética de secagem das goiabas (verde e madura), pré-tratadas sob desidratação osmótica e secas em quatro temperaturas (40, 50, 60 e 70 °C);

-Verificar, entre os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, aquele que melhor se ajusta aos dados experimentais;

- Determinar as características química e físico-químicas das amostras de goiaba, “*in natura*”, após desidratação osmótica e após a secagem (açúcares redutores, não redutores e totais, pH, Acidez titulável, Sólidos solúveis, vitamina C, cinzas e teor de água);

-Analisar os parâmetros instrumentais de textura, resistência ao corte, ruptura de fibra e resistência a compressão para as amostras de goiabas-passa;

-Avaliar as alterações de cor da goiaba em cada etapa do processamento (“*in natura*”, desidratada osmoticamente e secas), quanto aos parâmetros L^* , a^* e b^* ;

-Avaliar os parâmetros sensoriais quanto à aceitação (aroma, cor, sabor, aparência) e intenção de compra das amostras de goiaba-passa prétratadas em solução osmótica e secas nas diferentes temperaturas de secagem, utilizando uma escala hedônica de 5 pontos.

2.0- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Produção e comercialização da goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie pertencente à família *Myrtaceae* e originária das regiões tropicais americanas. Segundo pesquisas, o Brasil ocupa o lugar de segundo maior produtor mundial de goiabas, com cerca de 275.000 toneladas produzidas por ano (POMMER & MURAKAMI, 2006).

Os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, respondem juntos pela produção nacional de aproximadamente 74% de goiaba, o que eleva o Brasil como excelente produtor, resultando-se que a goiaba tem sido exportada quase que exclusivamente para a Europa, via aérea, cujo mercado tem nítida preferência por frutas de aroma e sabor delicados e de frutos de primeira qualidade, com uma ótima apresentação visual (PIO et al., 2003).

Na comercialização da fruta, são exigidas bom aspecto e tamanho proporcionalmente grande, sem defeitos na aparência, características que exercem a atração do consumidor. No mercado para consumo "*in natura*" as frutas são classificadas pelo seu tamanho, aparência e estágio de maturação (PIO et al., 2003).

A goiabeira é uma frutífera que apresenta excelentes condições para exploração em escala comercial pois seus frutos alcançam bons preços no mercado, além de serem muito apreciados pelas características organolépticas (sabor e aroma) e nutricionais, sendo uma boa fonte de vitamina C, açúcares, fibras, licopeno e minerais (POMMER & MURAKAMI, 2006).

Os pomares são implantados de acordo com as características desejadas pelo mercado, sendo que surgiram variedades a partir de cruzamentos feitos no Estado de São Paulo, onde foram cruzadas variedades americanas, indianas e brasileiras, selecionadas de grupos de plantas com características uniformes, que deram origem a um grande número de variedades. Dessas se destacam a IAC-4, a IAC-3 e a Guanabara, para industrialização; a J-2 (Rica), a J-3 (Paluma) e a J-4, para industrialização de fruta fresca; a Ogawa (branca

e vermelha), a Kumagai (branca e vermelha) e a Pedro Sato (vermelha), entre outras, para fruta fresca (SEBRAE, 2000).

Para exportação de fruta fresca e de alguns nichos de mercado só são aceitas as variedades de polpa branca ou amarelada (Ogawa branca, White Selection of Florida, Pentecoste e Kumagai Branca) (SEBRAE, 2000).

No mercado internacional, onde a comunidade europeia é a principal compradora de goiaba, predomina quase que exclusivamente a variedade de polpa branca, oriunda sobremaneira do sudeste asiático, cujas frutas se caracterizam externamente pela presença de sulcos bem demarcados, que correspondem à divisão de lóculos internos, com polpa espessa e reduzido número de pequenas sementes (PINTO et al., 2004).

A produção econômica da goiaba requer oferta do produto ao longo de todo o ano, já que, há muito tempo, o mercado de fruta remunera melhor os produtores nos períodos considerados de entressafra. O processamento industrial caracteriza-se, atualmente, por inúmeras unidades industriais, que produzem e comercializam, ao longo do ano, a polpa da goiaba com 13 a 14 °Brix. Este produto é adquirido e reprocessado por indústrias detentoras de marcas que o oferecem no mercado varejista, sob a forma de sucos e doces (PINTO et al., 2004).

O processamento de goiaba para obtenção de polpa é uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando as perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto “*in natura*” (FURTADO et al., 2000), além de permitir estender sua vida útil, com manutenção da qualidade.

A polpa de fruta substitui perfeitamente a fruta “*in natura*” no preparo de sucos, néctares, doces, geléias, sorvetes, *baby foods* e apresenta a vantagem de estar disponível no mercado em período de entressafra da fruta (EVANGELISTA & VIEITES, 2006).

Quando o destino da comercialização é o consumo “*in natura*”, percebe-se que esses frutos apresentam características de colheita diferenciada, quando comprada com os frutos para processamento.

Para VIERA & SANTOS (2005), o ponto de colheita da goiaba com destino à comercialização “*in natura*” varia de acordo com o destino do consumo final. Para a comercialização próximo da área de produção, deve-se colher somente os frutos firmes, de coloração verde passando para o mate, com a base ligeiramente amarela. Os destinados aos mercados mais distantes devem ser colhidos ainda verdes mas fisiologicamente maduros e com polpa firme. Assim, são grandes as exigências quanto à qualidade desse produto no mercado.

Hoje devido às suas exigências e à falta de tempo dos consumidores, o mercado permite uma nova forma de comercialização da fruta e hortaliças, na qual se caracteriza pelo processamento mínimo em que os referidos produtos se apresentam prontos para o consumo, em pequenos pedaços e descascados, sendo embalados em materiais específicos para um armazenamento e comercialização melhores.

Possibilitando a venda de frutas minimamente processadas em supermercados brasileiros e estruturas afins, dada à possibilidade de virem a integrar as razoáveis cadeias para distribuição já existentes, a goiaba, pronta para o consumo poderá, além deste mercado, atender também a cadeias de *fast-food*, lanchonetes e restaurantes, comerciais e industriais, nos quais o espaço para a preparação das suas especialidades é cada vez menor e a procura por produtos naturais, saudáveis e com características nutricionais superiores, é cada vez maior (TODA FRUTA, 2003).

2.2- Características físico-químicas e nutricionais da goiaba

A goiaba é considerada, pelos nutricionistas, uma das frutas mais completas e equilibradas também uma das mais ricas em vitaminas A, C, E e do complexo B, em zinco, fibras, niacina e licopeno, além de concentrar altos teores de fósforo, magnésio, cálcio, ferro e ácido fólico. Suas excelentes propriedades organolépticas a tornam aproveitáveis tanto para o consumo ‘*in natura*’ quanto para a industrialização. Sua polpa, de alto rendimento, pode ser transformada e comercializada na forma de doces, geléias, sorvetes, coquetéis, compotas, sucos e bebidas (CHOUDBURY et al., 2001).

Segundo MAIA et al., (2002) a goiaba assume importância nas regiões tropicais e subtropicais, não só em função do seu elevado valor nutritivo mas devido à excelente aceitação pelo mercado consumidor, em razão da capacidade de desenvolvimento em condições adversas e no processamento (indústria).

Para a industrialização, a coloração da polpa deve ser, de preferência, vermelha, com elevada acidez, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico e pectina (PEREIRA & MARTINEZ JUNIOR, 1986). Percebe-se diferença de quantidades de nutrientes presentes nas goiabas vermelhas, quando se compara com as brancas.

A Tabela 2.1 apresenta a composição química de duas diferentes variedades de goiaba.

Tabela 2.1 - Composição química de duas diferentes variedades de goiaba “*in natura*”

Análise Química	Branca	Vermelha
Umidade (%)	87,63	84,27
Sólidos totais (%)	12,37	15,73
Proteínas (%)	0,76	0,65
Açúcares totais (%)	4,83	6,21
Açúcares redutores (%)	3,25	4,50
Fibras (%)	5,73	5,06
Cinzas (%)	0,32	0,53
pH	5,50	5,90

Fonte: MEDINA (1978)

Outra característica da goiaba que, vem chamando a atenção nos últimos anos, é o alto teor de licopeno, sendo considerada uma das frutas mais ricas nesse carotenóide e que tem recebido atenção internacional pela possível capacidade de atuar na prevenção e combate a diferentes tipos de câncer (TODA FRUTA, 2003).

2.2.1-Açúcares

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, pelo “flavor”, através do balanço com ácidos, pela cor atrativa,

como derivados das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais. Os teores de açúcares aumentam de acordo com o amadurecimento dos frutos, nos quais esta síntese é feita a partir da degradação de carboidratos, sendo o amido a principal substância de reserva dos vegetais que, com a decomposição, converte o amido em açúcares solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), os principais açúcares solúveis presentes nos frutos são a glicose, a frutose e a sacarose; na compilação de diversos autores que para a goiaba existe uma composição de 4,1 açúcares redutores (frutose), 1,3 para açúcares não redutores (sacarose) e 5,6 açúcares totais (glicose).

Na análise de alimentos a identificação dos açúcares presentes em uma amostra depende, quase sempre, da natureza dos produtos; em muitos casos, uma simples medida físico-química é suficiente para sua determinação; em outros, torna-se necessário uma separação dos açúcares componentes. Os açúcares contidos nos alimentos podem ser vários encontrando-se, além da sacarose, o açúcar invertido, a lactose, a maltose e, ocasionalmente, pentoses e outras hexoses (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.2.2- Acidez Titulável (AT)

Para CHITARRA & CHITARRA (2005), 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 se detectar. A determinação da acidez titulável é feita através de titulação do suco da fruta com solução de hidróxido de sódio. De acordo com o estágio de maturação, essa acidez vai diminuindo rapidamente, podendo ocorrer casos em que há um pequeno aumento dos valores com o aumento da maturação.

A determinação da acidez total em alimentos é bastante importante, haja vista que, através dela, se pode obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das suas alterações químicas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Para a goiaba a acidez assume critérios de avaliação para sua classificação pelo sabor da fruta, e os valores que a goiaba apresenta, variando de 0,24% a 1,79% de ácido cítrico, permitindo classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito pelo consumo como fruta de mesa (MANICA et al, 2000).

HOJO et al., (2007) analisando épocas de poda em goiabeiras, observaram diferenças de acidez titulável quando foi realizada a poda no mês de dezembro 2003 mostrando-se mais significativa quando comparada com os meses de setembro 2003, março 2004 e junho 2004, quando suas médias foram de 0,51, 0,41, 0,35 e 0,39 (g. de ác. Cítrico/100g de polpa) respectivamente.

2.2.3- Potencial Hidrogeniônico (pH)

De acordo com CECCHI (2003), a medida do pH é imprescindível para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de micro-organismos, atividade das enzimas, textura de geléias e gelatinas, retenção de sabor e odor de produtos de frutas, estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutos, verificação de estado de maturação de frutas e escolha de embalagem.

MANICA et al., (2000) afirmam que a acidez pode ser expressa pelo seu pH e seu valor é inversamente proporcional à presença de ácidos, embora não seja linear a proporção entre eles. Os valores de pH obtidos em goiabas oscilaram entre 2,89 a 6,20, segundo trabalhos realizados em goiaba por pesquisadores, em diversos países, mostrando que, para nível industrial, o melhor pH se situa entre 3,4; assim, para algumas variedades de goiaba é necessária a adição de ácidos para o controle do seu pH no produto derivado.

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem se encontrar na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila etc.) e os ácidos fracos livres, na presença de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo dessa variação. Uma pequena variação nos valores de pH é bem detectável nos testes organoléuticos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.2.4- Sólidos Solúveis (SS)

CHITARRA & CHITARRA (2005) mostram que os sólidos solúveis constitui 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, podendo ser mensurados nas indústrias ou no campo com auxílio de um equipamento chamado refratômetro.

Existe uma relação entre SS/AT, que nos mostra a melhor forma de avaliar o sabor sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Esta relação mostra uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes porém deve especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para se ter um ideal de sabor (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Com o avanço da maturidade da fruta a conversão do amido em açúcares cresce regularmente aumentando, conseqüentemente, o conteúdo total de sólidos solúveis. Os altos teores de sólidos solúveis são positivos tanto para o consumo "*in natura*" quanto para sua industrialização; quando colhidos em período de chuva intensa os frutos podem apresentar teor menor de sólidos solúveis totais, fato que pode ser resultado de sua diluição pela maior quantidade de água presente no fruto (MANICA et al., 2000).

2.2.5- Vitamina C

É o componente nutricionalmente mais significativo; sua quantificação é importante, sobretudo na matéria-prima destinada à produção de sucos, para se ter uma padronização. Deve ser dosado como vitamina C total, ou seja, ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico, pois ambas as formas têm atividade vitamínica (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O ácido ascórbico, além de apresentar uma grande relevância na dieta alimentar, age como antioxidante na indústria alimentícia, promovendo estabilidade da cor e sabor dos produtos processados de frutas. As goiabas são uma fonte rica de vitamina C, sintetizando-a a partir de açúcares precursores, as hexoses, podendo apresentar uma ampla

variação em seus teores (de 55 a 1.014 mg de ácido ascórbico/100 de fruto), de acordo com a cultivar, local de cultivo e manejo de plantas (MANICA et al., 2000).

Para MANICA et al., (2000) normalmente os frutos mais verdes são mais ácidos e possuem maior teor de vitamina C, enquanto os frutos mais maduros apresentam maiores teores de açúcares e menores teores de vitamina C, podendo-se observar diferenças nos teores de vitaminas C quando se comparam as variedades de polpas brancas e vermelha, como também no local em que elas se desenvolveram, seja em locais úmidos ou em locais secos.

2.2.6- Teor de água

Os constituintes químicos das frutas são influenciados pelo teor de água que, sendo elevado, promove a diluição de açúcares e ácidos nelas contidas, alterando o paladar, fato que não pode ser aceito pelo consumidor. Por outro lado, as perdas de água após a colheita, causam o amolecimento do tecido da polpa e da epiderme, tornando o fruto mais sujeito a muitas deteriorações. Para a indústria, o elevado teor de umidade na fruta é um componente indesejável, pois aumenta o custo da matéria prima e no processamento de doces em massa, necessitando de maior gasto de energia para a evaporação da água (MANICA et al., 2000).

O teor de água corresponde à perda, em peso, sofrida pelo produto quando aquecido em condições em que a água é removida; na realidade, não é só a água removida, mas também outras substâncias se volatilizam nessas condições. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado resíduo seco. O aquecimento direto da amostra a 105 °C até peso constante, é o processo mais usual (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Segundo BRASIL & GUIMARÃES (1998), os frutos são alimentos que, além de apresentarem elevado teor de água, estão sujeitos a inúmeras alterações, já que a água (solvente universal de todos os sistemas biológicos) é o principal veículo para o processamento de alterações de natureza química e bioquímica nos alimentos.

Normalmente, a deterioração de um alimento resulta do crescimento de micro-organismos, da atividade enzimática e das reações químicas as quais dependem, na sua

maioria, da presença de água. Percibilidade é o termo usado para designar a facilidade com que um alimento se deteriora (RIBEIRO, 2004).

2.3- Desidratação Osmótica

O interesse no prétratamento de desidratação osmótica em relação aos processos convencionais, se justifica pelas condições amenas de operação, tempo e temperatura, que provocam menores alterações de coloração, sabor e nutricionais (GIANGIACOMO et al., 1987) e ainda pelo baixo custo de operação.

O processo osmótico consiste na remoção parcial da água pelo uso da pressão osmótica, quando o produto entra em contato com uma solução concentrada de solutos. A osmose apresenta vantagem sobre as características de cor, sabor e textura, além de diminuir o escurecimento enzimático das frutas durante o processo de secagem (PANAGIOTOU, 1998).

O aspecto principal deste processo é que ele efetua, simultaneamente, uma redução da quantidade de água no alimento e uma incorporação de outros sólidos, sem necessidade de energia térmica para promover a transferência de massa, como ocorre no processo de desidratação convectiva a ar quente (FIOREZE, 2004).

Para FIOREZE (2004) a osmose é o processo no qual as células vivas, animais ou vegetais, a água passa através das membranas semipermeáveis, de uma retenção de baixa concentração de sólidos solúveis (solução hipotônica), para outra concentração mais elevada (solução hipertônica). A força que ocasiona essa migração de solução é denominada “pressão osmótica”.

Dentro deste contexto o processo de desidratação osmótica, que consiste em colocar pedaços de frutas ou hortaliças numa solução hipertônica de desidratação, permite uma redução parcial do conteúdo de umidade do alimento, possibilitando também sua formulação, de maneira simultânea (PEREIRA, 2006).

Os solutos mais utilizados são os sais e açúcares, cujo processo é devido ao aumento da pressão osmótica pela adição dos solutos na solução e a atividade de água

dessa solução fica menor que atividade de água do produto, quando se estabelecem três fluxos de massa. O principal fluxo ocorre de dentro das células, através das membranas celulares, para os espaços intercelulares e então para a solução osmótica. Já o segundo fluxo, de menor intensidade em sentido oposto, se deve à migração dos sólidos solúveis da solução para o interior do produto para o terceiro fluxo, onde se apresenta com menor intensidade que as anteriores: é a migração de substâncias solúveis (ácidos orgânicos, minerais, vitaminas etc.) naturais do alimento para solução osmótica, junto ao fluxo de água, como mostra a Figura 2.1 (FIOREZE, 2004).

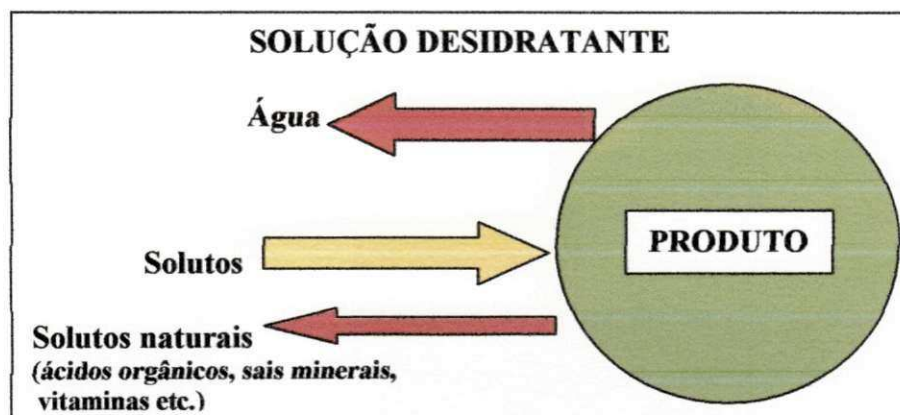


Figura 2.1- Fluxos de transferência de massa durante a desidratação osmótica

Este processo sofre influência de alguns fatores, como o corte do produto, o agente desidratante, a concentração do soluto, a temperatura do processo, o tempo de imersão do produto na solução, em que a solução permanece estática ou a ser agitada etc. (FIOREZE, 2000).

Em geral, a desidratação osmótica é realizada a pressão atmosférica e nas temperaturas de 20 °C a 50 °C para as frutas e legumes. Altas temperaturas favorecem a transferência de massa, elevando a quantidade de água retirada mas se observa que em temperaturas próximas a 50 °C começa a destruição da parede celular e a textura e o sabor dos frutos são irremediavelmente prejudicados. Os produtos osmoticamente desidratados e, posteriormente, secados apresentam, quando comparados com produtos apenas secos, melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor sabor e estabilidade de cor. A vida de prateleira de um produto osmoticamente desidratado e seco varia de seis meses a um ano (FAVA, 2004).

Para FIOREZE (2004) as principais vantagens da desidratação osmótica são: inibição do escurecimento enzimático, retenção da cor natural do produto sem adição de sulfitos, alta retenção dos compostos voláteis durante e posterior a desidratação com ar quente, e não há mudança de fase no processo, o que significa menor consumo de energia; outra vantagem seria o mercado consumidor, no qual se teriam mais opções de consumo de frutas com as mesmas qualidades do fruto “*in natura*”.

TORREGGIANI & BERTOLO (2001) afirmam haver um grande potencial de mercado para produtos de frutas de alta qualidade, sendo a desidratação osmótica uma importante ferramenta para desenvolver novos produtos, agregar valor aos produtos de frutas existentes no mercado e preparar frutas com propriedades funcionais.

2.3.1 Agentes desidratantes

Para a escolha do tipo de agente desidratante é necessário levar em conta alguns fatores importantes, tais como alterações nos valores nutritivos e sensoriais do produto final, além do custo do agente.

Os agentes osmóticos, comumente utilizados na desidratação de frutas, são soluções de sacarose, frutose, glicose, entre outros. O tipo de açúcar utilizado como agente osmótico afeta significativamente a cinética da desidratação osmótica. Com o aumento da massa molecular dos solutos são observados: diminuição dos sólidos incorporados e aumento de perda de água (HENG, GUILBERT e CUQ, 1990; LERICI *et al.*, 1985).

A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), é um dissacarídeo, composto por uma molécula de α -glicose e uma de frutose, unidos por uma ligação glicosídica entre o primeiro átomo de carbono da glicose e o segundo átomo de carbono da frutose, sendo um açúcar não redutor (VALENTE, 2007).

A maltose apresenta massa molecular superior à da sacarose e estudos têm provado que sua incorporação nas frutas é menor que a da sacarose, além de reduzir o colapso estrutural do alimento durante a secagem e ser menos doce que a sacarose (FERRANDO & SPIESS, 2001). Formada por duas moléculas de glicose unidas numa ligação glicosídica α

1-4, a maltose é um açúcar redutor e o dissacarídeo menos encontrado na natureza, podendo ser obtido a partir da hidrólise do amido (VALENTE, 2007).

2.4- Secagem

A preservação do alimento através da técnica de secagem é antiga, o método compreendia o uso do sol e vento, para a evaporação de água dos alimentos. A partir do século passado, durante a Primeira Guerra Mundial, a demanda por produtos desidratados para o suprimento das Forças Armadas americana, na Europa, estimulou a transição da antiga técnica em ciência, a partir da qual passou a ser estudada e interpretada como tecnologia (GREENSMITH, 1998).

A secagem é uma operação unitária bastante utilizada nos processos industriais e, embora seja grande o interesse em sua compreensão, ela ainda é uma das operações menos entendidas em função da complexidade dos fenômenos envolvidos na transferência simultânea de calor, massa e quantidade de movimento no sólido durante o processo (KINGSLEY *et al.*, 2007).

O processo de secagem pode ser definido como a operação unitária que remove água (ou uma substância volátil qualquer) de um produto sólido por evaporação, com transferência de energia (calor) e massa (umidade), acarretando na redução de massa do produto (BARBOSA-CÁNOVAS *et al.*, 1997).

Segundo FIOREZE (2004) a secagem é uma remoção, voluntária ou não, total ou parcial, de uma fase líquida ou gasosa de qualquer material envolvendo exclusivamente transferência de calor e massa. A secagem é utilizada, sobretudo, quando o processo envolve a transferência de calor do ambiente para o produto, a evaporação da água líquida contida no produto e sua retirada na forma de vapor, em convecção natural ou forçada. A secagem pode ocorrer de dois tipos dependendo das condições do produto a ser seco, e a sua utilização final.

Para evaporar a umidade do sólido são necessários o fornecimento de calor, e um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do material a ser seco. O processo de secagem pode envolver três meios de transferência de calor:

convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial: nela, um fluxo de ar aquecido passa através da camada do material. Durante o processo a umidade migra do interior para a superfície do produto, de onde evapora para o ambiente.

Nos processos de secagem a água se movimenta de zonas de alta umidade para zonas de baixa umidade, significando que a parte externa do material está mais seca que seu interior.

A taxa de remoção de água como vapor da superfície do alimento depende de condições externas, tais como: temperatura, umidade e fluxo do ar, área de superfície do produto e pressão. Já a taxa de migração de umidade no interior do alimento para a superfície é função de condições internas, tais como: a natureza estrutural do material, temperatura e quantidade de umidade do produto (MUJUNDAR & MENON, 1995).

Durante o processo de secagem, quando o sólido é colocado em contato com o ar quente, ocorre o fenômeno da transferência de energia sob a forma de calor do ar ao material, devido à diferença de temperatura entre eles. Em consequência da diferença de pressão parcial de vapor d'água entre a superfície do sólido e o ar, ocorre simultaneamente o fenômeno de transferência de massa sob a forma de vapor de água do sólido para o ar. De acordo com o comportamento da transferência de calor e massa ao longo da operação, a secagem pode ser dividida em três períodos: período de indução, período em taxa constante e período em taxa decrescente de secagem, como mostra a Figura 2.2 a seguir.

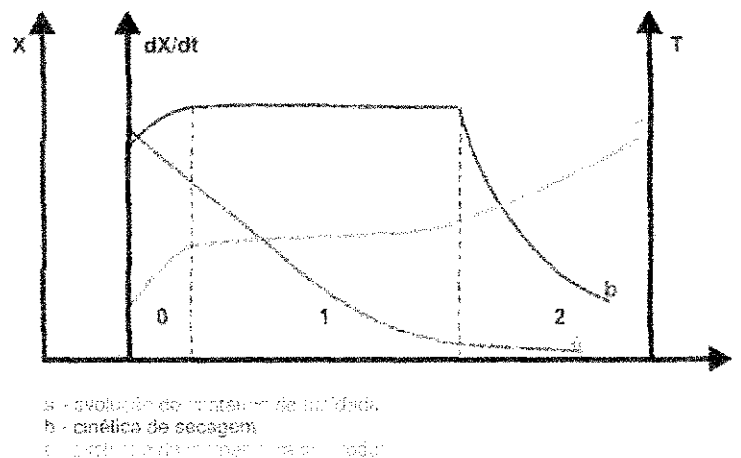


Figura 2.2 – Curva de secagem: evolução do tempo (t), do teor de água do produto (X), de sua temperatura (T) e da taxa de secagem (dX/dt)

De acordo com esta figura, a curva (a) indica a diminuição do conteúdo de umidade (X) do produto em relação ao tempo (t) durante a secagem, enquanto a curva (b) representa a cinética de secagem do produto (dX/dt) em relação ao tempo (t), e a curva (c) refere-se à variação da temperatura (T) da amostra ao longo do tempo (t) de secagem. O período de indução (0) representa o início da secagem no qual ocorre a elevação gradual da temperatura do sólido e da pressão de vapor da água contida no mesmo e, conseqüentemente, da velocidade de secagem, até que o fenômeno de transferência de calor seja equivalente à transferência de massa, alcançando o equilíbrio.

Durante o período de taxa constante de secagem (1), o equilíbrio das transferências de massa e calor se manterá enquanto houver água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação. Já no período em taxa decrescente de secagem (2), a quantidade de água na superfície do produto diminui, afetando a transferência de massa, uma vez que a migração de umidade do interior do produto para a sua superfície, decresce. A temperatura do sólido aumenta até alcançar a do ar de secagem e o produto atingir a umidade de equilíbrio com o ar de secagem, a taxa de secagem passa a ser nula e o processo é encerrado (PARK et al., 2001).

2.4.2- Tipos de secagem

A secagem pode ser natural quando 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, ela colocada 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 retida 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, os quais os 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). *OK*

2.4.2- Efeitos da secagem

Em frutas, o processo de secagem vem precedido da desidratação osmótica, o que deixa o produto com umidade intermediária para que não haja prejuízo na qualidade do produto final, quando entrar em contato com o ar quente do sistema de secagem.

OK A técnica de desidratação mais empregada na produção de frutas secas é a secagem por ar quente, que consiste em expor o material 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 (ARGANDOÑA, 2005).

Na secagem de frutas pode ocorrer uma perda de vitaminas, principalmente se for feito um branqueamento, ou seja, mergulhar as frutas em água quente antes da secagem, que é uma prática usual e pode oxidar vitaminas solúveis em água. As frutas por ser ricas em carboidratos, Durante a secagem pode ocorrer um escurecimento enzimático na superfície do produto, no qual pode ser controlado utilizando solução de enxofre para mergulhar esses frutos, na temperatura ambiente antes da secagem (FIOREZE, 2004).

Normalmente, o processo de secagem afeta prejudicialmente a estrutura do alimento e causa alteração na cor por perda de componentes e reações de escurecimento enzimático e não enzimáticos (reações químicas), além da perda de nutrientes voláteis;

tudo isso em decorrência da exposição do produto a altas temperaturas por um tempo longo. A fim de melhorar a qualidade sensorial e nutricional do produto desidratado, muitos autores (TORREGGIANI, 1993; RAOULT-WACK, 1994; LENART, 1996) sugeriram a desidratação osmótica como prétratamento para a secagem.

Entretanto, após a desidratação osmótica a taxa de remoção de água do sólido ao longo da secagem diminui em comparação com o produto sem prétratamento, por dois motivos principais: a incorporação de sólidos na superfície do material, dificultando a evaporação da água, e pela redução do teor de água livre do alimento durante a desidratação osmótica (TORREGGIANI, 1993; LENART, 1996).

TAN *et al.* (2001) verificaram que batata e abacaxi em secagem convectiva com prétratamento (desidratação osmótica), apresentavam melhor retenção da cor. NICOLETI *et al.* (2001) observaram que a taxa de difusividade da água durante a secagem das amostras desidratadas osmoticamente de abacaxi, foi menor do que daquelas "*in natura*", o que pôde ser explicado pelo menor teor de água nas amostras prétratadas, dificultando a migração da água para a superfície da fruta, uma vez que a água remanescente está presente nas regiões de forte interação com a matriz sólida.

2.4.3- Variáveis da secagem

Algumas variáveis são importantes na taxa de remoção de água do alimento por secagem. A perda de água do produto por secagem está diretamente relacionada com a superfície exposta do material, a temperatura, a velocidade do ar, a umidade do ar, o tempo do processo, a pressão e as características do produto.

O estudo da cinética de secagem visa ao conhecimento do comportamento do material ao longo do processo e a predição do tempo de secagem, uma vez que a modelagem do processo é de grande importância para o desenvolvimento e a otimização dos secadores, além de possibilitar a padronização do processo.

A secagem de materiais biológicos é bastante complexa, em função das interações na matriz sólida que afetam diretamente a transferência de massa e calor no decorrer do processo. A fim de explicar o mecanismo de migração de umidade no interior dos

alimentos, vários modelos matemáticos foram propostos para descrever a influência de cada variável no processo e estimar a difusividade da água (TORGRUL & PEHLIVAN, 2004).

Durante os períodos de taxa constante e decrescente os métodos de cálculo da secagem diferem. No primeiro caso, as transferências de calor e massa são analisadas na superfície do material em contato com o ar de secagem; já para o segundo caso, as análises são baseadas nas transferências internas que governam a secagem (PARK, 2001). O período de taxa decrescente é quase sempre o único observado na secagem de frutas. De acordo com STRUMILLO & KUDRA (1986), o comportamento da secagem no período decrescente ocorre por migração capilar da água líquida, sob ação da tensão superficial e este mecanismo controla a velocidade da secagem. A maioria dos modelos utilizados para o estudo da cinética de secagem está baseada na segunda Lei de Fick e nas soluções analíticas da equação de difusão, apresentada por CRANK (1975). Assim, a lei de Fick na eq.1 de balanço de massa de água do interior do produto:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \nabla(D_{ef} \nabla X) \quad (2.1)$$

A solução analítica (CRANK, 1975) para a equação de difusão se aplica aos sólidos de formas geométricas simples (corpos semi-infinitos; placas planas, cilindros e esferas) e com difusividade efetiva constante ou variando com a umidade; para a geometria do produto de placa plana infinita, com a transferência de massa unidirecional durante a secagem e se considerando a difusividade efetiva constante:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{ef} \frac{\partial X}{\partial z} \right) \quad (2.2)$$

Estabelecendo-se as seguintes condições inicial e de contorno para a umidade X;

- Teor de água inicial uniforme: $X = X_0$, em $t = 0$ e $0 < z < L$
- Teor de água máxima no centro: $\frac{\partial X}{\partial z} = 0$

- Teor de água constante na superfície: $X = X_{eq}$, em $z = L$ e $t > 0$

E, considerando-se a resistência externa à transferência de massa desprezível e o encolhimento do material durante a secagem, tem-se:

$$RX = \frac{X_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-(2n+1)^2 \frac{\pi^2 D_{ef}}{4L^2} t\right] \quad (2.3)$$

Onde;

X_t = Teor de água média no tempo (g água/ g matéria seca);

X_{eq} = Teor de água de equilíbrio (g água/ g matéria seca);

X_0 = Teor de água inicial da amostra (g água/ g matéria seca);

RX = número adimensional de umidade;

D_{ef} = difusividade efetiva (m²/s);

t = tempo (s);

L = meia espessura da amostra (m);

n = número de termos da série;

z = direção da transferência.

O coeficiente de difusão efetiva (Def) contempla o efeito de todos os fenômenos que podem interferir na taxa de transferência de massa e dificultar a migração de água do interior do sólido para a superfície. A difusividade efetiva não é intrínseca ao material, uma vez que ela varia conforme as condições de secagem OLIVEIRA *et al.*, 2006). NICOLETI *et al.* (2001) utilizaram a eq.3 proposta por CRANK (1975) para ajustar seus dados experimentais e calcular a difusividade da água para a secagem de fatias de 10 mm de espessura de abacaxi “*in natura*” e prétratado osmoticamente. Os resultados obtidos revelaram que a taxa de transferência de água do abacaxi prétratado foi menor do que a da fruta “*in natura*”, porém ambas foram da ordem de 10-10 m²/s. Modelos empíricos também têm sido utilizados para o estudo da cinética de secagem das frutas, apesar de sua restrição às condições sob as quais os dados experimentais foram obtidos, em virtude ser muito mais severa.

Em Geral, os modelos empíricos são uma expressão da lei de resfriamento de Newton, aplicada à transferência de massa durante a secagem e assumindo que as condições sejam isotérmicas e que a transferência de umidade se restrinja à superfície do produto.

Durante o processo de secagem de materiais higroscópicos porosos no período de taxa de secagem decrescente, a taxa de secagem é proporcional ao teor de água livre no material. O modelo exponencial proposto por Lewis pode ser observado a seguir:

$$\frac{dX}{dt} = -K(X_t - X_0) \quad (2.4)$$

Onde;

K = constante de secagem (s^{-1}).

Desconsiderando-se os efeitos no interior do material, a equação de Lewis presume que toda a resistência ao transporte de umidade se encontra na camada limite (KUROZAWA, 2005). Normalmente, equação 2.4 é utilizada na forma integrada e expressa da seguinte forma:

$$\text{Modelo exponencial: } RX = \exp(-kt) \quad (2.5)$$

Dentre os modelos empíricos se destacam os modelos exponenciais. Todos os modelos da curva de secagem utilizam o número adimensional de secagem (Y) como variável dependente, que está em função do tempo de secagem. Segundo VEGA *et al.* (2007), os modelos para o estudo de cinética de alimentos mais utilizados, além da equação exponencial, são:

Modelo proposto por:

$$\text{HENDERSON \& PABIS: } RX = a \exp(-kt) \quad (2.6)$$

$$\text{PAGE: } RX = \exp(-k.t^n) \quad (2.7)$$

$$\text{MIDILLI: } RX = a \exp(-k.t^n) + b.t \quad (2.8)$$

$$\text{THOMPSON: } T = a \ln(RU) + b[\ln(RX)]^2 \quad (2.9)$$

2.5- Análise sensorial

Análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. O homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais e a análise sensorial e se utiliza desta habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando a metodologia apropriada aos objetivos do estudo e ao tratamento estatístico dos dados obtidos. Avaliar um produto sensorialmente faz parte do dia-a-dia das pessoas que o fazem naturalmente, desde criança, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou quando preferem um produto de determinada marca sobre outra, pelas suas características organolépticas (FERREIRA et al., 2000).

Os requisitos de qualidade de um produto hortícola 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 aparência como atributo mais importante, com ênfase aos atributos sensoriais, ao passo que os industriais valorizam o rendimento da matéria-prima, a cor, o “flavor”, a textura, o valor nutricional e a segurança (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Nas sensoriais é muito importante que o julgamento seja feito pelo consumidor nos alimentos e a aparência visual é um dos principais fatores. Entretanto, sabor, aroma e textura também influenciam o julgamento, sendo que esses parâmetros podem ser prejudicados pelo processo de secagem (ALLAEDDINI & DJOMEH, 2004). Assim, a avaliação sensorial, sendo uma análise de qualidade obtida por nossas sensações, é tão

importante quanto as físicas, químicas e microbiológicas dos alimentos (ARGANDOÑA, 2005).

Em abacaxis tratados por desidratação osmótica observou-se que com este tratamento preliminar, as características da fruta “*in natura*” foram conservadas (cor, sabor, textura). Isto se reflete no resultado da análise sensorial que demonstra grande aceitabilidade e intenção de compra. É um produto compacto, de valor nutricional concentrado e com estabilidade no armazenamento (GONÇALVES & BLUME, 2008).

2.5.1- Aparência e cor

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 (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A cor 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 (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.5.2- “Flavor”

A palavra “flavor”, em inglês, é utilizada para designar o conjunto de características do paladar (doce, ácido, salgado e amargo) e do olfato (percepção da fragrância de numerosas substâncias voláteis) dos alimentos, não havendo similar em português, uma vez que gosto, sabor e paladar, são utilizados como sinônimos e não refletem as características do odor nem aroma (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A textura está relacionada com o “flavor”; 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, granulidade, resistência e elasticidade, caracterizam a textura (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O sabor e o aroma da maioria das frutas tropicais são excepcionalmente prazerosos e fortes mas tendem a se alterar ou diminuir durante tratamento a quente e estocagem. Os cajus têm excelente cor, que varia do amarelo ao vermelho (MEGALE, 2002).

2.5.3. Tipos de teste

Basicamente, os métodos sensoriais são agrupados em analíticos e afetivos. Os métodos analíticos são utilizados em avaliações, nas quais é necessária a seleção e/ou treinamento da equipe sensorial e em que é exigida uma avaliação objetiva, ou seja, na qual não são consideradas as preferências ou opiniões pessoais dos membros da equipe, como no caso dos testes afetivos (MINIM, 2006).

a) Testes analíticos

- **Testes de diferença ou discriminativos** (comparação pareada, triangular, duo-trio, ordenação e comparação múltipla ou diferença do controle);
- **Testes descritivos** (perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa).

b) Testes afetivos

• Testes de preferência/aceitação

Comparação pareada

Ordenação

Escala hedônica

Escala do ideal (“just right”)

2.5.4. Testes afetivos

Testes afetivos é uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião (preferência e/ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto, sobre características específicas do produto ou idéias sobre o mesmo e, por isso, são também chamados testes de consumidor (MINIM, 2006). Os testes afetivos podem ser classificados basicamente em duas categorias (FERREIRA et al., 2000):

- **Testes de aceitabilidade:** quando o objetivo do teste é avaliar o grau com que consumidores gostam ou desgostam de um produto.
- **Testes de preferência:** quando o objetivo é avaliar a preferência do consumidor quando ele compara dois ou mais produtos entre si.

2.6- Cor

Um dos principais fatores de atração dos alimentos é a cor, capaz de influir até na percepção do aroma, sendo um fator importante na aceitação do produto pelo consumidor. A cor nos alimentos é resultado da presença de pigmentos, tais como carotenos, antocianinas, clorofila, entre outros. Os pigmentos são instáveis e susceptíveis às reações químicas e bioquímicas que ocorrem durante o processamento ou armazenamento do produto, podendo ser indicadores das transformações ocorridas no alimento. Além da descoloração, outros mecanismos podem ser responsáveis pela alteração da cor do alimento, tais como as reações de escurecimento enzimático e não enzimático do tipo Maillard.

De acordo com FEILLET et. al (2000), a cor é composta por dois atributos visuais (matiz e saturação) e um fator luminoso (claridade ou luminosidade). Matiz é um termo utilizado para classificar as cores como: vermelho, amarelo, azul, etc. Desta maneira, quando misturamos dois ângulos de matiz diferentes produzimos uma terceira cor, diferente das que a originou.

As fontes luminosas não são apenas caracterizadas pelo matiz (*hue*) que é a presença de um comprimento de onda dominante mas também pela intensidade, brilho ou claridade (*brightness*), que é a amplitude do comprimento de onda, ou seja, é a relação entre a luz refletida e a luz absorvida, sem levar em consideração um comprimento de onda específico; e a saturação (*chroma*) que é a concentração em torno do comprimento de onda dominante. É a quantidade de reflexão de luz, em um comprimento de onda, e indica a proporção em que a cor está misturada com o branco, preto ou cinza (MINOLTA, 1994).

Nos alimentos, a medida da cor pode ser representada através das normas internacionais, desde a reunião da Commission Internationale d'Eclairage (CIE), realizada em Paris no ano de 1931, na qual se estabeleceu uma nomenclatura conhecida como o sistema CIE. Entre as modificações deste sistema uma das mais conhecidas e usadas é o sistema Hunter (L, a, b) e CIELAB (L*, a*, b*) relatado por CALVO (1989).

Onde:

L: mede a luminosidade e varia de 100 para superfícies perfeitamente brancas, até zero para o preto;

a: mede a quantidade de vermelho, quando positivo, cinza, quando zero e verde, quando negativo;

b: mede a quantidade de amarelo, quando positivo, cinza, quando zero e azul, quando negativo.

2.7- Atributos de textura

A textura pode ser definida como o conjunto de características físicas, formadas a partir dos elementos estruturais do alimento, sendo perceptíveis pelo tato e relacionadas à deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força (BOURNE, 2002).

A textura de produtos sólidos pode ser determinada instrumentalmente por meio das propriedades mecânicas. Essas propriedades foram determinadas por AZONDANLOU et al. (2004), para avaliar a variação da textura de morangos em diferentes graus de maturação, e por RODRIGUES et al. (2003), para mensurar a mudança de textura durante a desidratação osmótica de mamões.

As propriedades mecânicas de alimentos celulares dependem largamente da sua composição e da maneira como esses são processados. O grau de maturação da fruta e os parâmetros de processamento são fatores que influenciam fortemente essas propriedades. Durante o processamento, a utilização de aquecimento provoca a perda de turgor e a

integridade da membrana fica comprometida, além de também provocar a dissolução da parede celular e da lamela média, o que aumenta ainda mais o amolecimento do alimento processado (STOLLE-SMITHS et al., 2000).

Dentre os instrumentos de medição de força disponíveis o mais utilizado é o analisador de textura TAXT2, o qual mede a força e as propriedades de textura de produtos alimentícios, através da deformação dos mesmos em várias maneiras e da medição da força necessária para alcançar a deformação (SHARMA et al.; 2000).

O texturômetro demonstra a força necessária para romper uma amostra, como pode ser verificado por MONTERO (1999), em que ele define algumas das propriedades a partir do rompimento das amostras. A curva é formada através da força versus tempo neste tipo dispositivo, como mostrado abaixo (Figura 2.3)

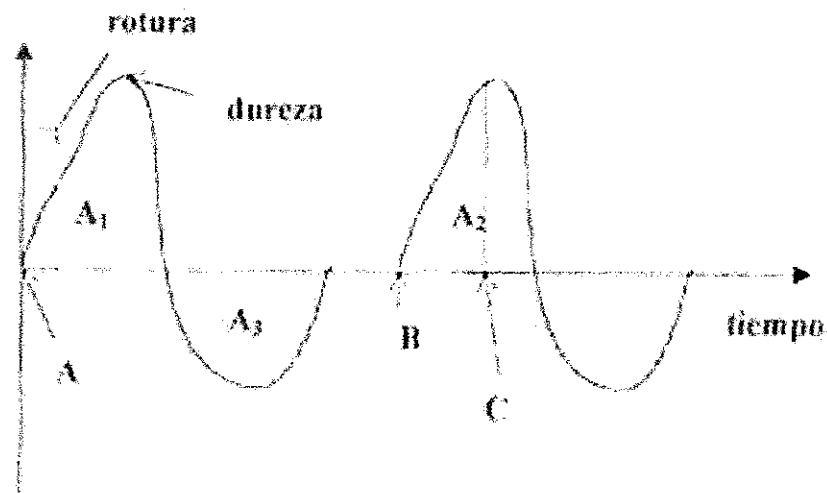


Figura 2.3- curva característica do texturômetro (MONTERO, 1999)

Como parte da aplicação da força para atingir a força máxima de ruptura (dureza ou dureza) pode provocar uma acomodação do material para a força aplicada, observando-se um salto na curva, quebra de chamada (fraturabilidade).

A força começa a cair e pode causar a área sob o eixo do tempo A3 para iniciar o ciclo novamente, repetidas curvas, como pode se observar.

Neste tipo de teste são definidos:

Dureza: força registrada no primeiro ciclo da penetração ou compressão.

Coesividade: a razão do trabalho realizado no segundo ciclo pelo trabalho realizado no primeiro ciclo (A_1/A_2).

Elasticidade: porcentagem de recuperação do material ($B - C$);

Mastigabilidade (chewinnes): energia requerida para mastigar o alimento; é dado por dureza x coesividade x elasticidade.

Módulo: é o declive inicial da curva de deformação provocada pela força; este parâmetro dá indicação de como a amostra se comporta quando é sujeita à penetração e/ou compressão (rotura).

Para alimentos sujeitos a tratamentos de desidratação, seja ela a osmótica ou a secagem convectiva direta, essas propriedades, acima citadas, são dependentes de fatores como a solução osmótica utilizada, se foi realizado um branqueamento dessas amostras, as temperaturas e o tempo em que foram realizadas as secagens. Esses tratamentos podem ocasionar melhor maciez às amostras ou uma maior dureza.

ALMEIDA et al. (2007) verificaram em amostras de caju-passa, que com o aumento do teor de açúcar da passa ocorre um aumento da resistência à penetração; portanto, observa-se uma dureza maior, e que a temperatura de secagem influenciou sobre a textura das passas de caju. SOUZA et al.(2003) justificam o aumento da textura das goiabas tratadas osmoticamente em solução de sacarose e secas, ao tempo de secagem das amostras, a diminuição do teor de água presentes nas amostras e à concentração dos sólidos solúveis.

3.0- MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Utilizaram-se goiabas em estágio de maturação verde e maduro, obtidas na Empresa de Abastecimentos e Serviços Agrícolas da Paraíba (EMPASA) e se utilizaram, em média 60 quilos de goiaba. Na Figura 3.1 apresenta o fluxograma das etapas do procedimento experimental para obtenção de goiaba passa.

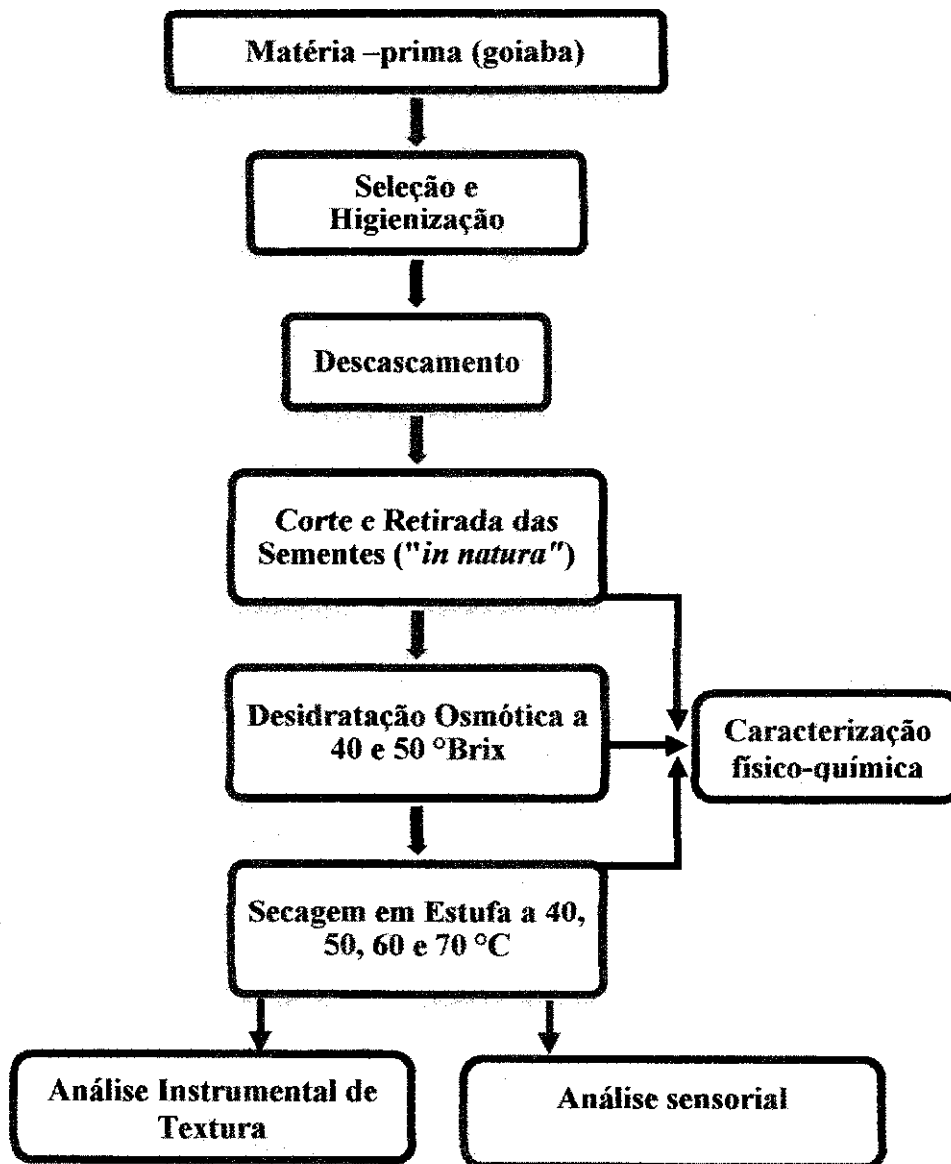


Figura 3.1 – Fluxograma das etapas do procedimento experimental para obtenção de goiaba passa

3.1- Seleção e processamento da goiaba

Os frutos foram lavados em água corrente; em seguida, sanificados em uma solução de 50 ppm de cloro livre, durante cinco minutos, e enxaguados em água destilada; logo após as goiabas foram colocadas para secar em bancadas sobre papel toalha.

Realizaram-se o descascamento e o corte dos frutos ao meio, no sentido longitudinal, além da eliminação das sementes com auxílio de instrumentos em aço inoxidável. Os frutos foram selecionados conforme seu grau de maturação (verde e maduro), a maturação foi classificada de acordo com a cor da polpa e a integridade física (Figura 3.2).



Figura 3.2- Lavagem, sanificação e descasque das goiabas

3.2- Características físico-químicas

3.2.1- Açúcares redutores, totais e não redutores

Foram determinados de acordo com o método proposto pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). O método utilizado baseia-se na redução de íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores. Os resultados foram expressos em percentagem de glicose (p/p).

3.2.2- Acidez total titulável

A acidez total titulável foi definida pelo método acidimétrico utilizando-se uma solução tampão padronizada de NaOH 0,1N. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

4.2.3- Teor de água

Foi estabelecida a umidade da goiaba "*in natura*", desidratada osmoticamente e, após as secagens, de acordo com os métodos descritos pelas normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

3.2.4 Vitamina C

A vitamina C foi determinada pelo método de titulação com iodo, modificado com base na metodologia da FARMACOPÉIA BRASILEIRA (1977).

3.2.5- pH

Obteve-se o pH foi obtido pelo método potenciométrico com o medidor de pH da marca Tecnal modelo TEC-2, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0; os resultados foram expressos em unidades de pH.

3.2.6- Sólidos solúveis totais (°Brix)

Foram determinados determinado utilizando-se do refratômetro de bancada, com correção de temperatura por meio de tabela proposta pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

3.2.7- Cinzas

O teor de cinzas foi determinado através da metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008) e expressa em percentagem (%).

3.2- Desidratação osmótica

As fatias de goiaba foram imersas em solução de sacarose em duas concentrações de 40 e 50 °Brix na temperatura aproximada de 24 °C (Figura 3.3), obtida pelo condicionamento de ar refrigerado. As soluções osmóticas foram preparadas utilizando-se açúcar cristalizado adquirido em mercado local, na proporção produto: solução de 1:4.

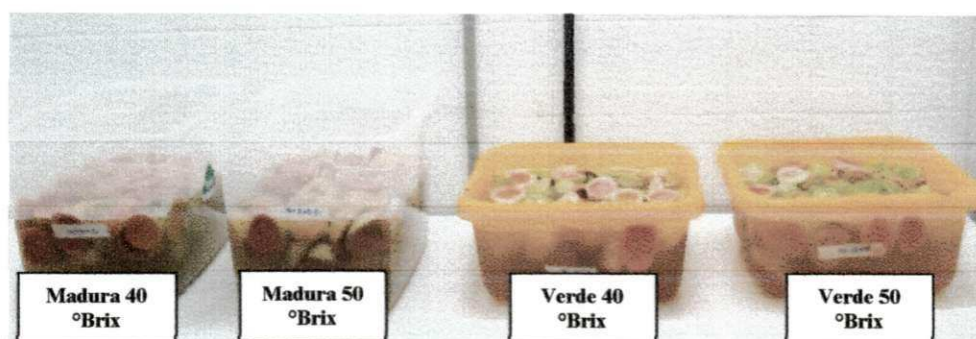


Figura 3.3 – Montagem do experimento de desidratação das goiabas verdes e maduras em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix a 24 °C

O teor de água e a matéria seca foram determinadas periodicamente, em intervalos de 0, 15, 45, 90, 150, 160, 240, 480, 960, 1200, 1500, 1680, 2400 minutos, totalizaram 40 horas de osmose. Para isto foram realizadas marcações nas amostras de goiaba para os dois estádios de maturação e concentração do xarope de sacarose, cujas amostras foram pesadas nos intervalos acima descrito em balança semianalítica, após a retirada do excesso de xarope de sacarose. Visando a obtenção de matéria, utilizou-se a metodologia da estufa, por 24h (IAL, 2008).

A partir dos dados obtidos da cinética de desidratação osmótica foram calculados os percentuais de perda de massa e ganho de sólidos citados por SACCHETTI et al. (2001)

Perda percentual de massa:

$$P_p(\%) = 100 \times \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \quad (3.1)$$

Onde:

$P_p(\%)$ - Perda de massa, em % (p/p)

P_0 - Peso do fruto no tempo $t = 0$, em gramas

P_t - Peso do fruto tratado no tempo t , em gramas

Ganho percentual de sólidos (com base na massa inicial do material):

$$G_s\% = 100 \times \frac{(MS_t) - (MS_0)}{P_0} \quad (3.2)$$

Onde:

G_s (%) - Ganho de sólidos, em % (p/p)

MS_t - Matéria seca do fruto no tempo t, em gramas

MS_0 - Matéria seca do fruto no $t=0$, em gramas

3.4- Secagem

Após a desidratação osmótica as fatias de goiaba foram colocadas em estufa com circulação de ar, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.

Para a cinética de secagem foram utilizadas bandejas de arame galvanizado nas quais foram colocadas as fatias das goiabas desidratadas osmoticamente. Para obtenção dos dados da cinética utilizaram-se cestas de arame galvanizado contendo aproximadamente 100g das amostras de goiaba, que eram pesadas periodicamente como mostrado na Figura 3.4. Para cada tratamento se utilizaram três repetições das cestas, com o que se tornou possível obter os dados experimentais da cinética de secagem. O fim da secagem se deu quando se obteve o teor de água em torno de 20% b.u. para as goiabas maduras e 30% b.u. para as goiabas verdes.



Figura 3.4- Detalhe dos experimentos de secagem mostrando bandejas com amostras na estufa com circulação de ar

3.4.1- Embalagem

Após a secagem as amostras foram armazenadas em embalagens de plástico laminado sob vácuo (Figura 3.5) para posteriores análises sensorial e físico-químicas.

O armazenamento das amostras para análise sensorial se deu no período de 3 dias, em ambiente refrigerado. Para as análises físico-químicas as amostras foram congeladas a -50 °C em balcão criogênico.



Figura 3.5- Embalagem sob vácuo das goiabas-passas para armazenamento

3.4.2- Cinética de secagem

Os dados experimentais da cinética de secagem foram tratados utilizando-se o programa STATISTICA 7.0, em que foram ajustados os modelos matemáticos de Handerson & Pabis (Equação 2.6), Page (Equação 2.7), Midilli (Equação 2.8) e Thompson (Equação 2.9), para se obter o ajuste dos dados experimentais nos modelos matemáticos. A Razão de Umidade (RX) foi calculada através da Equação 3.3.

em que: RX - razão de umidade (adimensional)

a, k, c, n - constantes do modelo

t - tempo (min)

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação (3.3)}$$

em que: X- teor de água do produto, decimal b.s.

X_i - teor de água inicial do produto, decimal b.s.

X_e - teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

Como critério de seleção para o modelo que melhor representou o processo de secagem, utilizaram-se o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM), calculado pela Equação 3.4 em que, quanto menor o valor de DQM melhor é a representação do modelo empregado.

$$DQM = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RX_{pre} - RX_{exp})^2} \quad \text{Equação (3.4)}$$

3.5- Análise dos atributos de textura

Para analisar os atributos de textura foram feitos testes de ruptura da fibra, resistência a compressão e consistência de corte das goiabas-passa; os testes foram realizados em texturômetro da marca TA.XT plus de acordo com a Figura 3.6, com 10 repetições para cada atributo.

Para ensaios de ruptura e resistência a compressão as amostras foram cortadas com auxílio de facas de aço inoxidável em pedaços de 4cm^3 ($2 \times 2 \times 1$); já para o atributo consistência do corte utilizou-se a fatia inteira da goiaba passa.

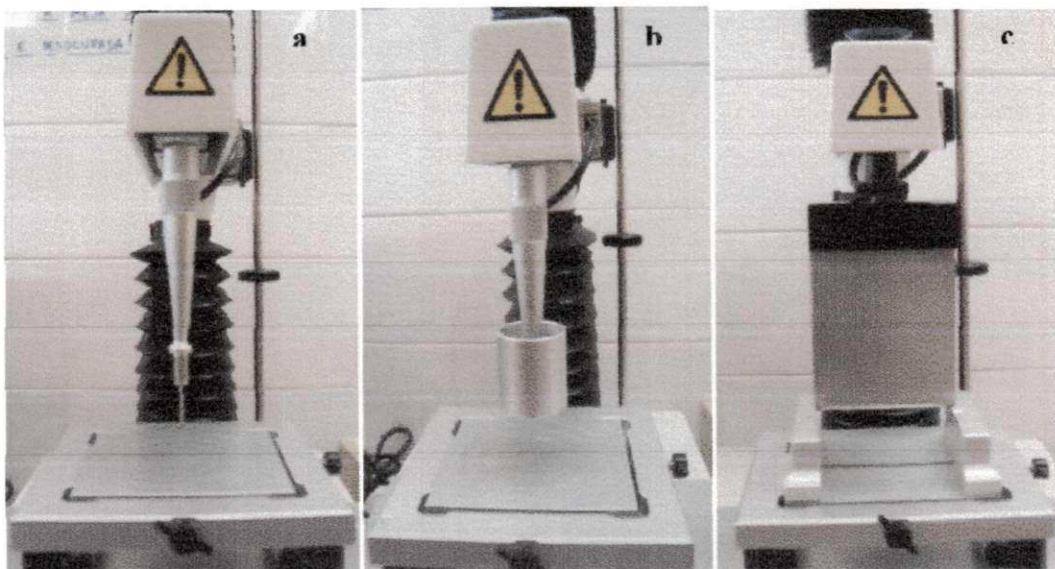


Figura 3.6- Probes utilizados nas análises de atributos de textura, a: P/2; b: P/32 e c: HDP/BSG

O probe P/2 foi utilizado para o atributo ruptura de fibras, utilizando-se uma tensão de 80% da amostra com uma força de contato de 1N, uma distância de retorno de 10 mm e a velocidade de retorno de 20 segundos.

Para a análise de resistência à compressão utilizou-se o probe P/32, com uma tensão sobre 80% da amostra, força de contato de 1N, distância de retorno de 12 mm e a velocidade de retorno de 20 segundos.

Para análise do atributo de resistência ao corte utilizou-se probe HDP/BSG uma tensão sobre 80% da amostra, força de contato de 1N, distância de retorno de 30 mm e a velocidade de retorno de 20 segundos.

3.6- Análise de Cor

As análises de cor foram realizadas nas amostras de goiabas “in-natura”, após desidratação osmótica e depois cada secagem para todos os tratamentos, com auxílio do colorímetro Mini scan by Hunter Lab, para os parâmetro L^* , que medem a luminosidade, a^* quantidade de vermelho e b^* quantidade de amarelo.

Com referência ao preparo das amostras antes das leituras, as goiabas-passa foram cortadas em pedaços de 3cm^2 em média; em seguida, as leituras foram realizadas com três repetições para cada amostra.

3.7- Análise sensorial

Testes de aceitação foram realizados para os parâmetros sabor, aroma, aparência, cor e intenção de compra, segundo MINIM (2006), para um grupo amostral de 40 provadores não treinados para cada tratamento; os testes foram conduzidos na Escola Municipal de Ensino Fundamental Médio Padre Simão Fileto, com provadores de ambos os sexos e idade entre 15 e 35 anos, de diferentes camadas sociais e dentro do grupo amostral (alunos, professores e funcionários), (Figura 3.7).



Figura 3.7- Teste de análise sensorial com os provadores

Para realização da análise os provadores receberam as informações necessárias para esclarecimento da proposta do trabalho e como deveriam realizar a avaliação do teste; assim os julgadores analisaram as amostras segundo uma escala hedônica de 1 a 5, na qual varia de desgostei muito a gostei muito, como consta a Figura 3.8.

Para execução do teste as amostras foram cortadas em fatias de 3cm^2 , as quais foram depositadas em copos descartáveis codificados com três números aleatórios. Para cada grupo de provadores foram analisadas quatro amostras de goiabas-passa por vez e juntamente com as mostras, foi servido biscoito água e sal, além de um copo com água mineral, para ser degustado entre cada prova, de forma a minimizar o sabor entre uma amostra e outra.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
Amostra: _____	Data: _____
Nome: _____ sexo: M() F() Idade: _____	
<p>Por favor, avalie a amostra servida utilizando a escala abaixo e indique o quanto você gostou do produto</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">SABOR</div> <input type="checkbox"/> 5- Gostei muito <input type="checkbox"/> 4- Gostei <input type="checkbox"/> 3- Não gostei/ Nem desgostei. <input type="checkbox"/> 2- Desgostei <input type="checkbox"/> 1- Desgostei muito	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">AROMA</div> <input type="checkbox"/> 5- Gostei muito <input type="checkbox"/> 4- Gostei <input type="checkbox"/> 3- Não gostei/ Nem desgostei. <input type="checkbox"/> 2- Desgostei <input type="checkbox"/> 1- Desgostei muito
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">APARÊNCIA</div> <input type="checkbox"/> 5- Gostei muito <input type="checkbox"/> 4- Gostei <input type="checkbox"/> 3- Não gostei/ Nem desgostei. <input type="checkbox"/> 2- Desgostei <input type="checkbox"/> 1- Desgostei muito	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">COR</div> <input type="checkbox"/> 5- Gostei muito <input type="checkbox"/> 4- Gostei <input type="checkbox"/> 3- Não gostei/ Nem desgostei. <input type="checkbox"/> 2- Desgostei <input type="checkbox"/> 1- Desgostei muito
INTENÇÃO DE COMPRA	
<p>Avalie a amostra e indique o parecer de 1 a 5 que melhor define sua intenção de compra com relação ao produto</p>	
<input type="checkbox"/> 5- certamente compraria	<input type="checkbox"/> 2-provavelmente não compraria
<input type="checkbox"/> 4-provavelmente compraria	<input type="checkbox"/> 1-Certamente não compraria
<input type="checkbox"/> 3-talvez comprasse- talvez não comprasse	
<p>Comentários: _____</p>	

Figura 3.8- Modelo do formulário utilizado para análise dos atributos sensoriais

3.8- Análise estatística

Os resultados foram analisados visando identificar o melhor tratamento no que se refere à conservação das características físico-químicas das goiabas nos estádios verde e maduro, com prétratamento osmótico em soluções de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem a 40, 50, 60 e 70 °C. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas aplicando-se o teste de Tukey. O programa utilizado foi o Assistat 7.5 beta.

Quanto aos tratamentos de secagem, os parâmetros de cada modelo matemático foram determinados utilizando-se o software Statistic 7.0, através de regressão não linear, e o método Quase-Newton. Para escolha do melhor ajuste, se analisaram o coeficiente de determinação (R^2) e o Quadrático Médio dos Desvios (DQM).

Para os parâmetros sensoriais realizou-se um teste fatorial 2 x 2 x 4 com duas maturações (verde e madura), dois tratamentos osmóticos (40 e 50 °Brix) e quatro temperaturas de secagem (40, 50 60 e 70 °C), através do programa estatístico Assistat 7.5 beta. Para realizar a comparação entre as médias empregou-se a ANOVA e para calcular o grau de concordância entre os consumidores com relação às notas atribuídas, utilizou-se o Consensor (SILVA et al., 2008).

4.0- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Cinética de desidratação osmótica

Os dados referentes à perda de massa e ganho de sólidos das goiabas nos estádios de maturação verde e maduro em função do tempo de desidratação nas soluções de sacarose a 40 e 50 °Brix, se encontram, respectivamente, nas Figuras 4.1 e 4.2.

Observa-se que a transferência de massa é decorrente da concentração de sacarose presente em cada solução desidratante, verificando-se, neste trabalho uma maior perda de massa nas amostras que se encontram imersas em soluções de 50 °Brix, para os dois estádios de maturação das goiabas. Este fato relatado por MIZRAHI et al. (2001) e EI-AQUAR et al. (2003), em desidratação osmótica de mamão.

Na Figura 4.1 observa-se que as perdas de água ocorreram com maior intensidade nas amostras imersas em soluções de sacarose com 50 °Brix, e para o produto em estágio maduro, porém após 1600 min verificou-se perda acentuada de massa para o fruto verde devido, provavelmente, ao arranjo da estrutura dos tecidos da polpa fruto verde, que apresenta certa resistência à perda no início da desidratação, que é modificado no decorrer do processo, fato que pode ser constatado também ao se observar o comportamento das curvas de perda de massa a 40 °Brix, em que existe tendência de encontro das curvas do fruto verde e do fruto maduro. Se não houvesse limitação de tempo de processo, é provável que também ocorresse o mesmo comportamento observado anteriormente, para 50 °Brix.

Segundo LIMA et al. (2004) a utilização de maiores proporções de solução osmótica também afeta pronunciadamente, a perda de massa. DALLA ROSA & GIROUX (2001) justificam, este fato, em virtude dos fluxos de massa que ocorrem durante o processo, provoca uma variação da concentração das soluções e uma diminuição dos gradientes de concentração entre fruta e solução osmótica ao longo do processo. Portanto LIMA et al.(2004) confirmam o fato de que a utilização de maiores proporções de solução osmótica minimiza o efeito da diluição da solução, aumentando a eficiência da desidratação.

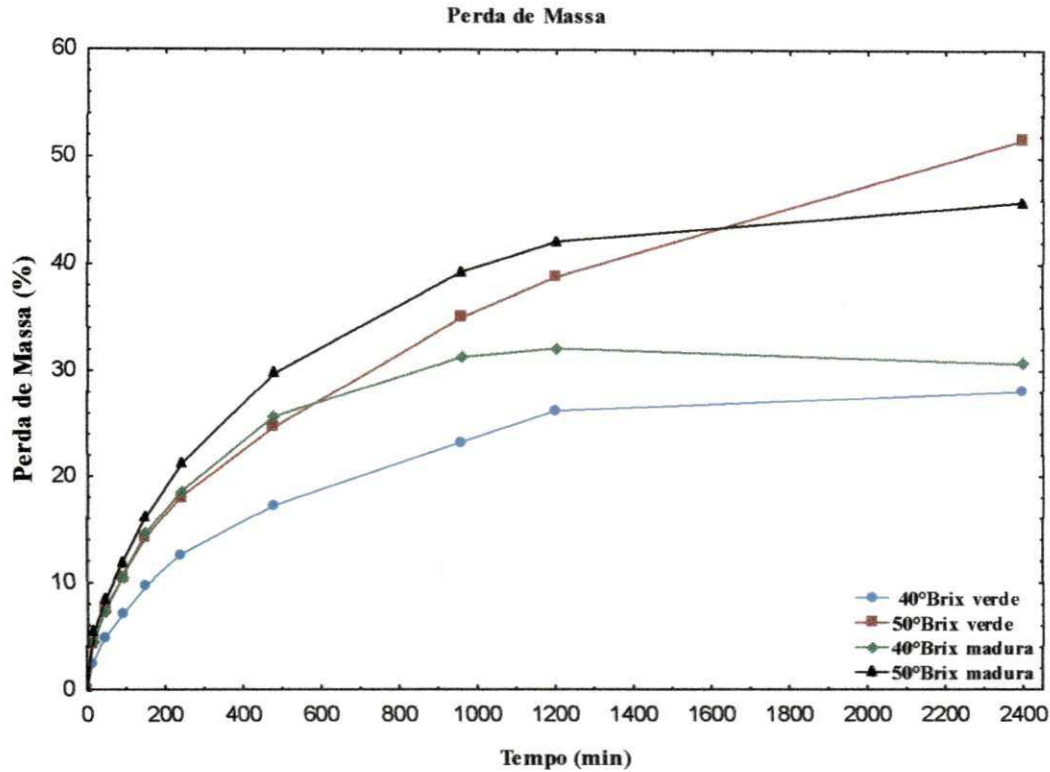


Figura 4.1- Perda de massa em amostras de goiabas verde e madura desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, a temperatura de 24 °C

Pode-se observar, na Figura 4.2, que quanto maior o teor de sólidos da solução de sacarose ocorre um ganho maior de sólidos das amostras; fator importante no ganho de sólidos é o tempo no qual as amostras estão imersas na solução de sacarose e em que, a partir dos 1200 minutos, o ganho tende a tornar-se constante. As condições tempo, temperatura e a presença de vácuo na desidratação osmótica são fatores condicionantes na incorporação dos sólidos, quando então as temperaturas mais altas contribuem para este fenômeno, verificado, por SANJINEZ ARGANDOÑA et al. (2002); AZOUBEL & MURR (2003); MARTINS et al (2008).

Pode-se que as diferenças de ganho para as duas maturações estão diretamente relacionadas à estrutura celular, percebendo-se que as amostras de goiabas madura ganharam mais sólidos para as duas concentrações da solução osmótica, fato este relatado por MARTIM et al. (2007), em estudos com diferentes agentes desidratantes; sendo justificado esse ganho de sólido pelo peso molecular da sacarose (PM=324), confirmando

o que foi observado por LIMA et al. (2004) e SOUZA NETO et al.(2005) em estudos com melão e manga.

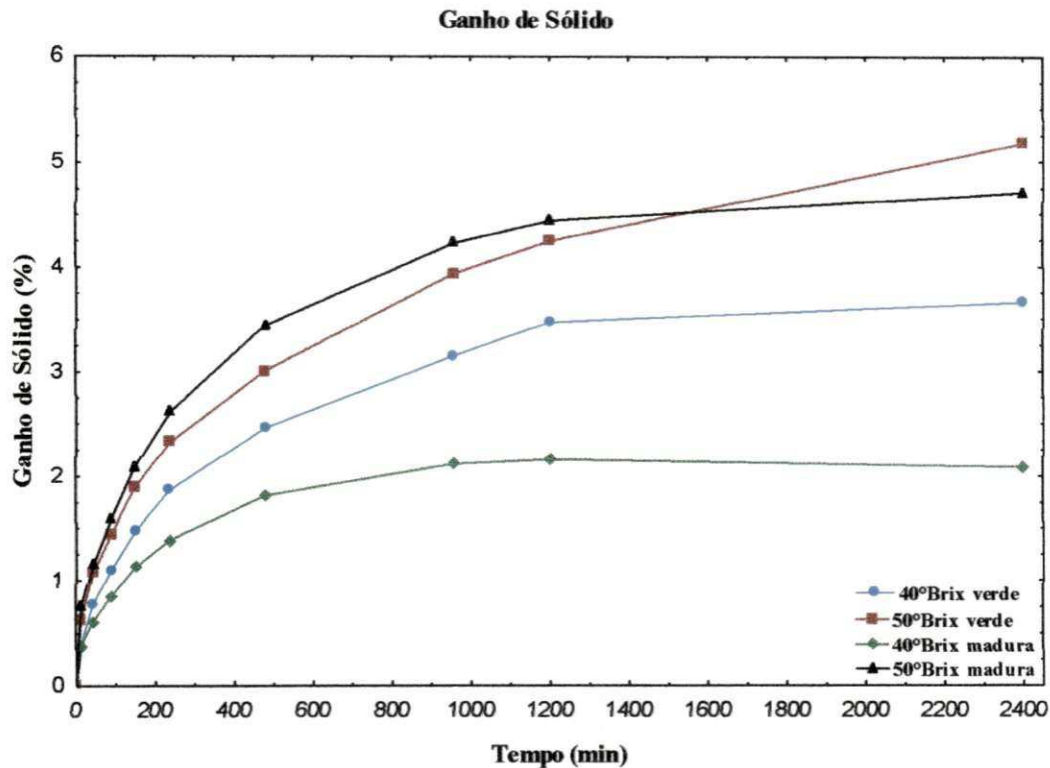


Figura 4.2- Ganho de sólidos em amostras de goiabas verde e madura, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, a temperatura de 24 °C

4.2- Cinética de Secagem

Observa-se, nas Figuras de 4.3 a 4.18, as curvas de secagem das goiabas nas maturações verde e madura submetidas à desidratação osmótica em soluções de sacarose a 40 e 50° Brix, para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, aplicadas os modelos matemáticos de Handerson & Pabis, Midilli, Page e Thompson, respectivamente.

A cinética de secagem foi obtida de forma adimensional do conteúdo de teor de água, em função do tempo.

Para obtenção das goiabas passas com teor de água desejado, ou seja, o teor de água que confere à passa textura agradável em torno de 20% b.u. para as goiabas-passa maduras

e 30% para as goiabas-passa verdes, de acordo com os testes preliminares da pesquisa; os tempos de secagem para a temperatura de 40, 50, 60 e 70 °C foram, respectivamente, 1670, 1410, 1290, 1100 min.

Observa-se, através das Figuras 4.3 a 4.18 que com o aumento das temperaturas, o tempo de secagem foi reduzido para que se atingisse o teor de água desejado, mostrando que o principal fator para o aumento da taxa de secagem é a temperatura, na qual RODRIGUES et al. (2002), MOURA (2001), ALEXANDRE (2009) verificaram o mesmo comportamento com goiabas, caju, abacaxi respectivamente.

YALDIZ et al.(2001), AKPINAR et al.(2003), LAHSASNI et al.(2004) e MOHAPATRA & RAO(2005), observando estudos de diversos produtos agrícolas confirmam que, com o aumento da temperatura do ar de secagem, ocorre uma taxa maior de remoção de água do produto, evidenciando o aumento da taxa de secagem.

4.2.1- Modelo de Henderson & Pabis

As curvas de secagem realizadas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C para as goiabas nos estádios de maturação verde e madura, tratadas em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix e calculadas com a equação de Handerson & Pabis, estão apresentadas nas Figuras 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, respectivamente.

Os coeficientes da equação de Handerson & Pabis se acham na Tabela 4.1, percebendo-se que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação superiores a 96,06%, e DQM inferior a 0,0029, podendo-se observar uma oscilação quanto ao parâmetro “k” em que, de acordo com o aumento do brix como prétratamento da secagem, ocorre aumento desse coeficiente para as duas maturações utilizadas no experimento; quanto ao parâmetro “a”, observam-se valores no intervalo de 1,0289 – 1,0922.

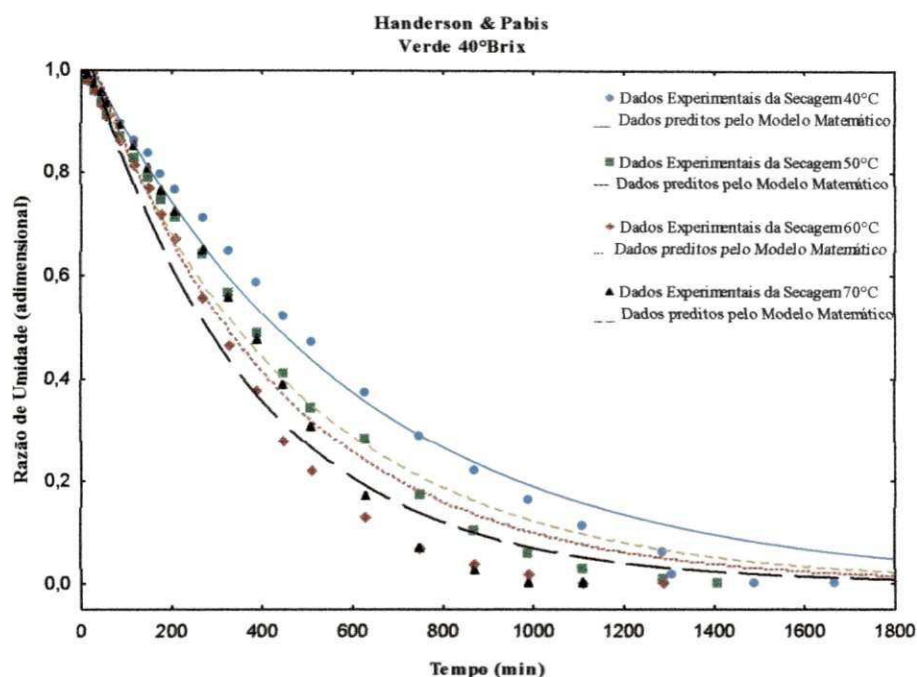


Figura 4.3- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

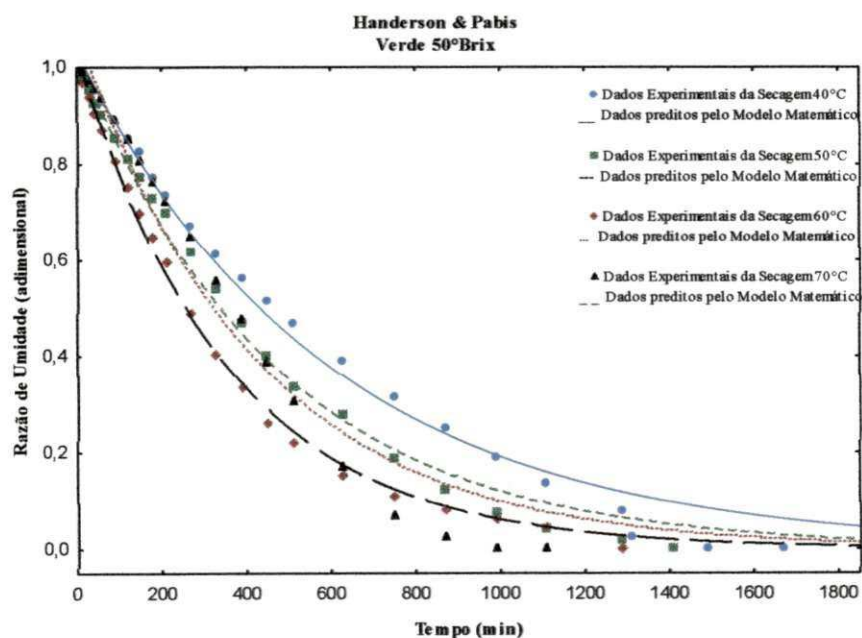


Figura 4.4- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

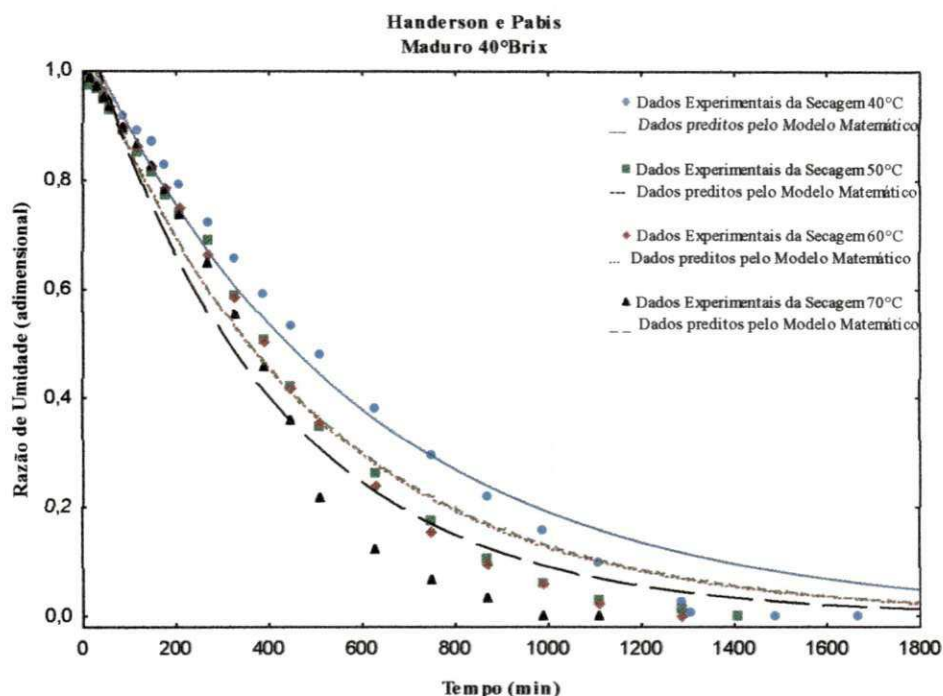


Figura 4.5- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

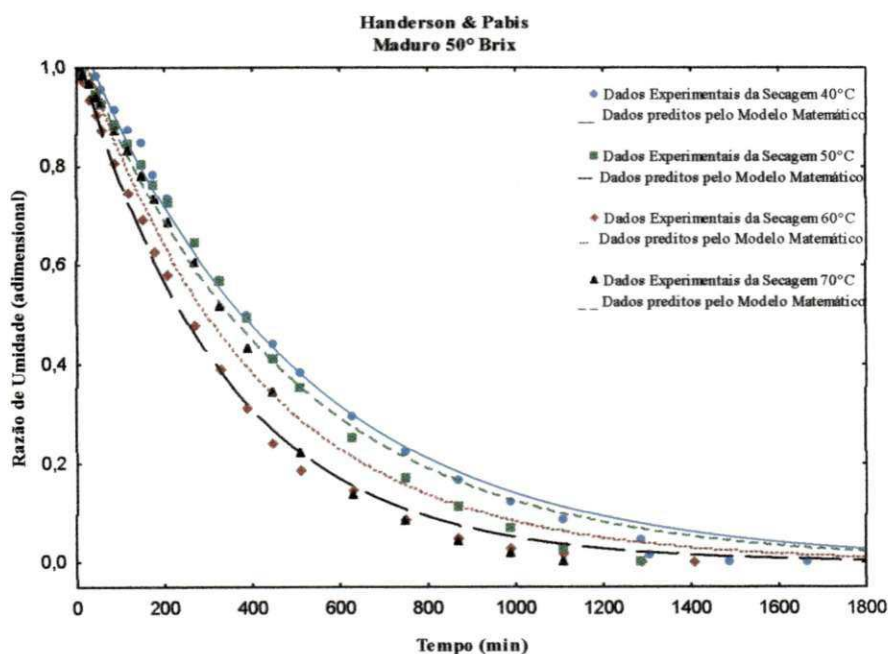


Figura 4.6- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Handerson e Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

Na Tabela 4.1 se encontram os parâmetros de ajuste do modelo Henderson & Pabis aos dados experimentais das goiabas-passa nos estádios de maturação verde e madura.

Tabela 4.1- Parâmetros da equação de Handerson & Pabis, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix e nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Tratamento	Temperatura de secagem	Parâmetros		Coeficientes	
		a	k	DQM	R ² (%)
Verde 40 °Brix	40 °C	1,0476	0,0017	0,0014	98,55
Verde 50 °Brix		1,0354	0,0016	0,0009	98,99
Madura 40 °Brix		1,0476	0,0017	0,0022	98,01
Madura 50 °Brix		1,0823	0,0020	0,0012	99,26
Verde 40 °Brix	50 °C	1,0483	0,0021	0,0019	98,96
Verde 50 °Brix		1,0349	0,0021	0,0014	99,23
Madura 40 °Brix		1,0627	0,0020	0,0021	98,12
Madura 50 °Brix		1,0385	0,0030	0,0011	99,62
Verde 40 °Brix	60 °C	1,0587	0,0021	0,0023	98,55
Verde 50 °Brix		1,0298	0,0028	0,0006	99,73
Madura 40 °Brix		1,0717	0,0021	0,0021	97,88
Madura 50 °Brix		1,0703	0,0027	0,0017	98,32
Verde 40 °Brix	70 °C	1,0833	0,0023	0,0027	96,80
Verde 50 °Brix		1,0833	0,0023	0,0027	96,80
Madura 40 °Brix		1,0922	0,0024	0,0029	96,06
Madura 50 °Brix		1,0735	0,0025	0,0024	97,68

4.2.2- Modelo de Midilli

As curvas de secagem realizadas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C para as goiabas nos estádios de maturação verde e madura, prétratadas em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix e calculadas com a equação de Midilli, estão apresentadas nas Figuras 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10, respectivamente.

Os coeficientes da equação de Midilli se encontram na Tabela 4.2, percebendo-se que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação superiores a 99,08% e DQM inferior a 0,0020; com isto, o modelo matemático de Midilli se ajusta satisfatoriamente aos dados experimentais, no início da secagem até os 1000 min, distanciando-se a partir desse ponto; para o parâmetro “a”, observam-se valores maiores que 1, variando de 1,0013 – 1,0440; o parâmetro “n” apresentou variação de 0,9716 - 1,4812.

Para o coeficiente “k” observam-se valores para a temperatura de secagem de 40 °C variando de 0,0016 para a maturação verde tratada com 40 °Brix e 0,0008 para a mesma maturação tratada com 50 °Brix; já para a goiaba madura o coeficiente se eleva de acordo com a solução osmótica; observando-se os parâmetros do modelo de Midilli para a temperatura de 50 °C, percebe-se que com o aumento do prétratamento (40 e 50 °Brix) da secagem das goiabas (verde e madura), ocorre elevação deste parâmetro “k”; na temperatura de 70 °C observa-se que não houve diferença entre os parâmetros “k”, obtidas para frutos verdes; já para frutos maduros observa-se aumento do parâmetro de acordo com a maior concentração dos sólidos da solução. No geral, percebe-se uma diminuição do coeficiente “k” com o aumento da temperatura de secagem.

Nota-se que nas curvas das Figuras 4.7, 4.8, e 4.10, ocorre cruzamento dos dados preditos pelo modelo matemático, nunca observado na literatura.

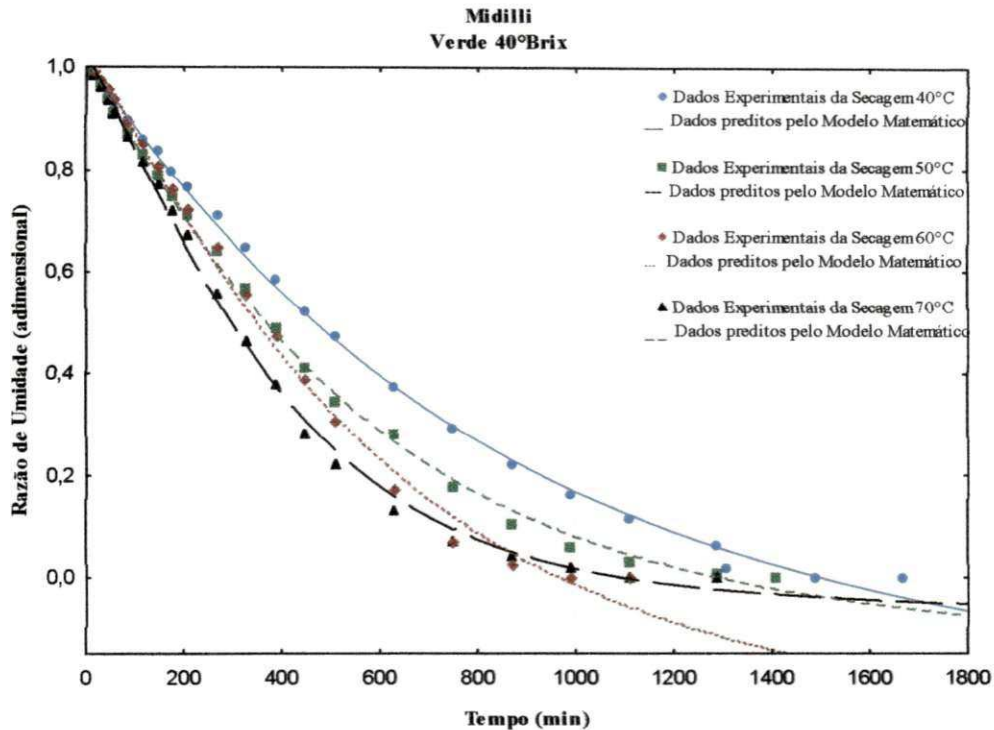


Figura 4.7- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

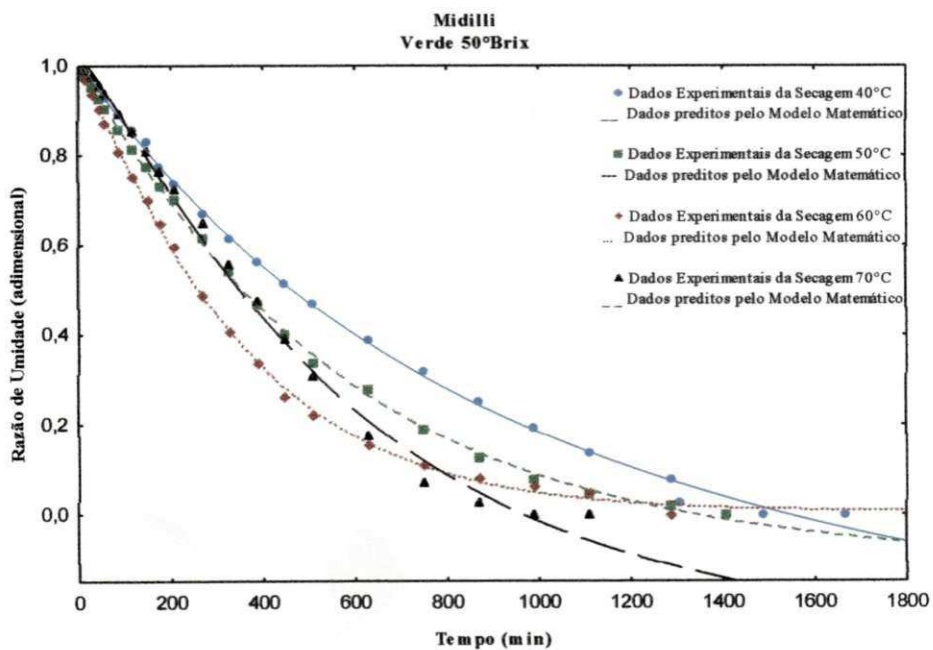


Figura 4.8- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

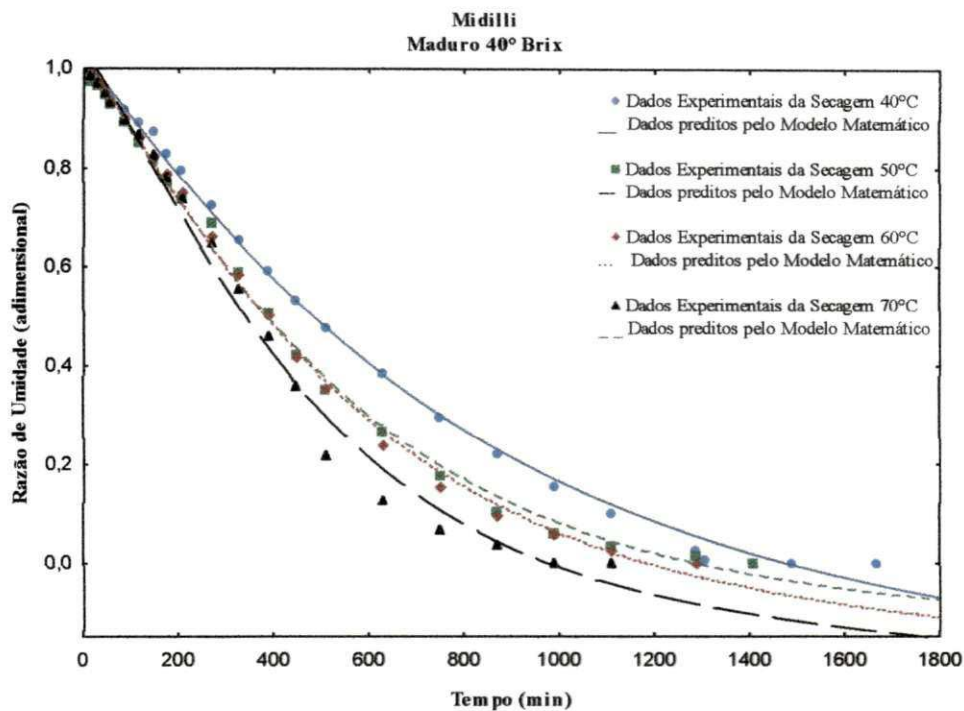


Figura 4.9- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

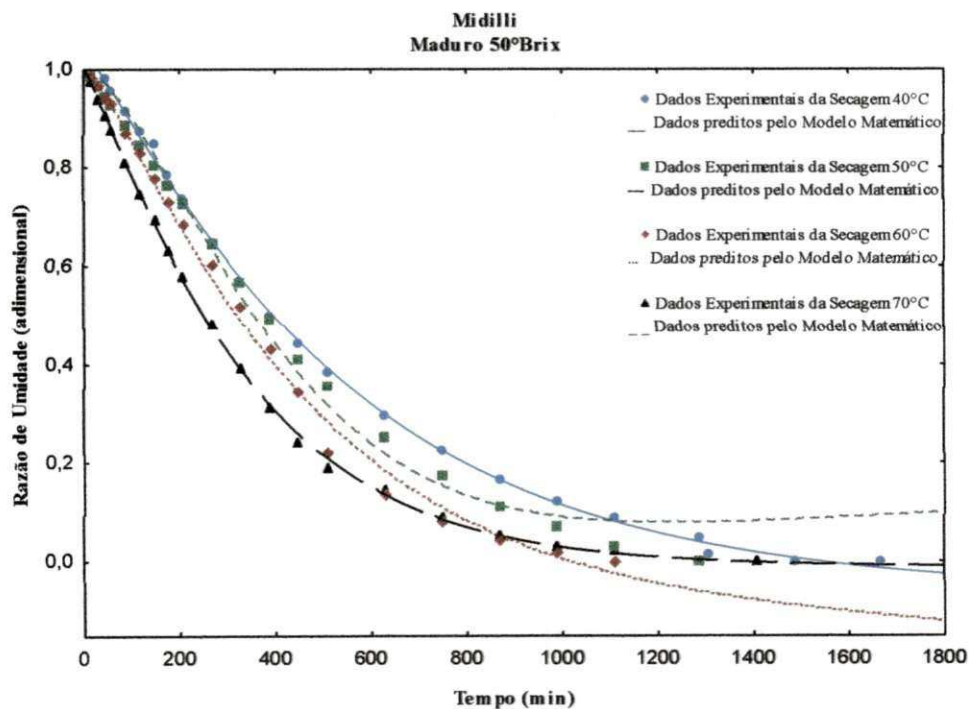


Figura 4.10- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Midilli, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

Na Tabela 4.2 tem-se os parâmetros de ajuste do modelo Midilli aos dados experimentais das goiabas-passa nos estádios de maturação verde e madura.

Tabela 4.2- Parâmetros da equação de Midilli, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

Tratamento	Temperatura de secagem	Parâmetros				Coeficientes	
		a	k	n	b	DQM	R ² (%)
Verde 40 °Brix	40 °C	1,0102	0,0016	1,0692	-0,00007	0,0004	99,84
Verde 50 °Brix		1,0163	0,0008	0,9716	-0,00008	0,0004	99,86
Madura 40 °Brix		1,0218	0,0006	1,1205	-0,00007	0,0004	99,75
Madura 50 °Brix		1,0440	0,0008	1,1227	-0,00002	0,0004	99,75
Verde 40 °Brix	50 °C	1,0047	0,0008	1,1267	-0,00005	0,0001	99,82
Verde 50 °Brix		1,0016	0,0010	1,0890	-0,00004	0,0003	99,92
Madura 40 °Brix		1,0115	0,0005	1,1865	-0,00005	0,0006	99,70
Madura 50 °Brix		1,0013	0,0012	1,1470	-0,00000	0,0001	99,95
Verde 40 °Brix	60 °C	1,0013	0,0006	1,2351	-0,00003	0,0005	99,75
Verde 50 °Brix		1,0007	0,0013	1,1230	-0,00000	0,0002	99,92
Madura 40 °Brix		1,0176	0,0005	1,1918	-0,00007	0,0003	99,74
Madura 50 °Brix		1,0040	0,0001	1,4812	-0,00005	0,0020	99,21
Verde 40 °Brix	70 °C	1,0250	0,0005	1,1892	-0,00012	0,0002	99,50
Verde 50 °Brix		1,0250	0,0005	1,1892	-0,00012	0,0002	99,50
Madura 40 °Brix		1,0276	0,0004	1,2598	-0,00008	0,0006	99,08
Madura 50 °Brix		1,0155	0,0006	1,2125	-0,00006	0,0006	99,57

4.2.3- Modelo de Page

As secagens realizadas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C para as goiabas nas maturações verde e madura tratadas em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix e calculadas com a equação de Page, estão apresentadas nas Figuras 4.11, 4.12, 4.13, e 4.14, respectivamente.

Os coeficientes da equação de Page encontram-se na Tabela 4.3, percebendo-se que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação maiores 98,59% e DQM inferior a 0,0012 e, para o parâmetro “n”, valores maiores que 1, entre 1,3213 – 1,1249. Assim, com um coeficiente de determinação próximo a 100% e um DQM próximo a zero, o modelo de Page representa muito bem os dados experimentais da secagem de goiabas.

Para o parâmetro “k” observa-se, para as temperaturas 40, 50 e 60 °C, que os parâmetros, de acordo com o aumento da solução de sacarose, já para a temperatura de 70 °C não se percebe diferença para os tratamentos utilizados.

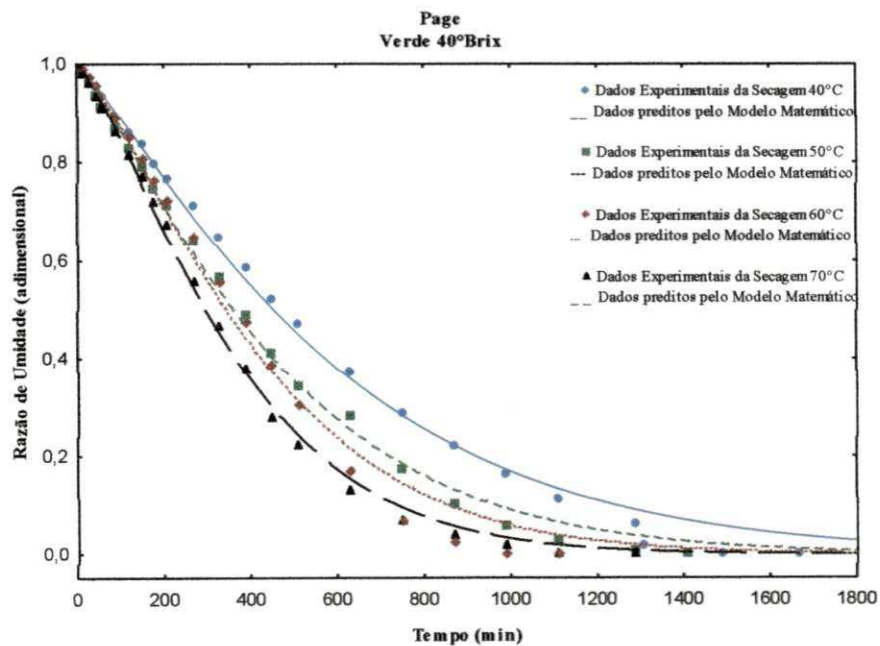


Figura 4.11- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

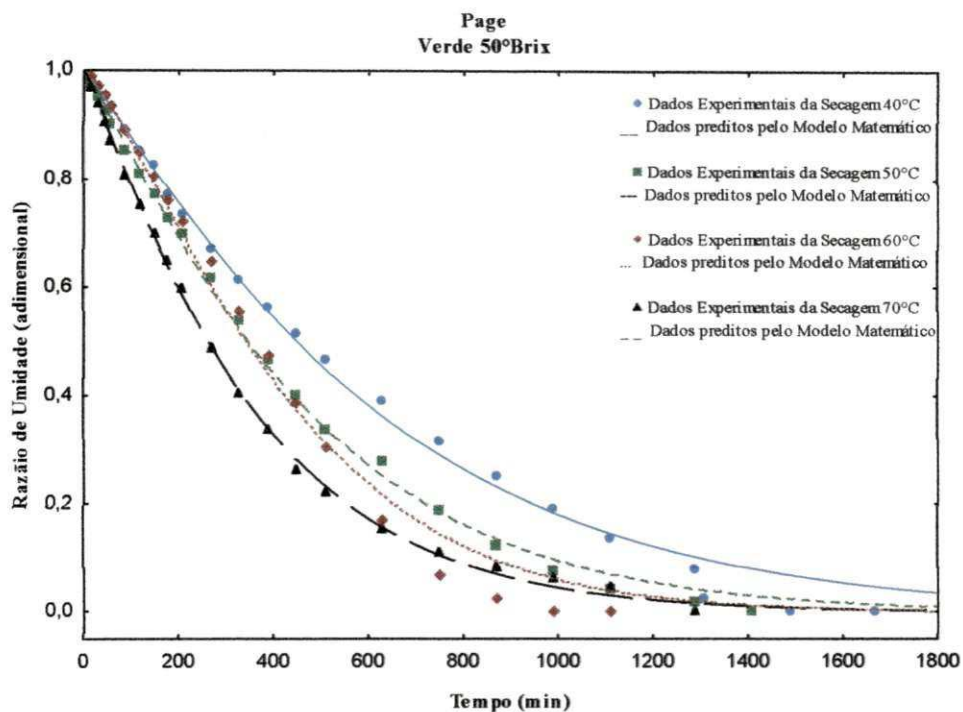


Figura 4.12- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

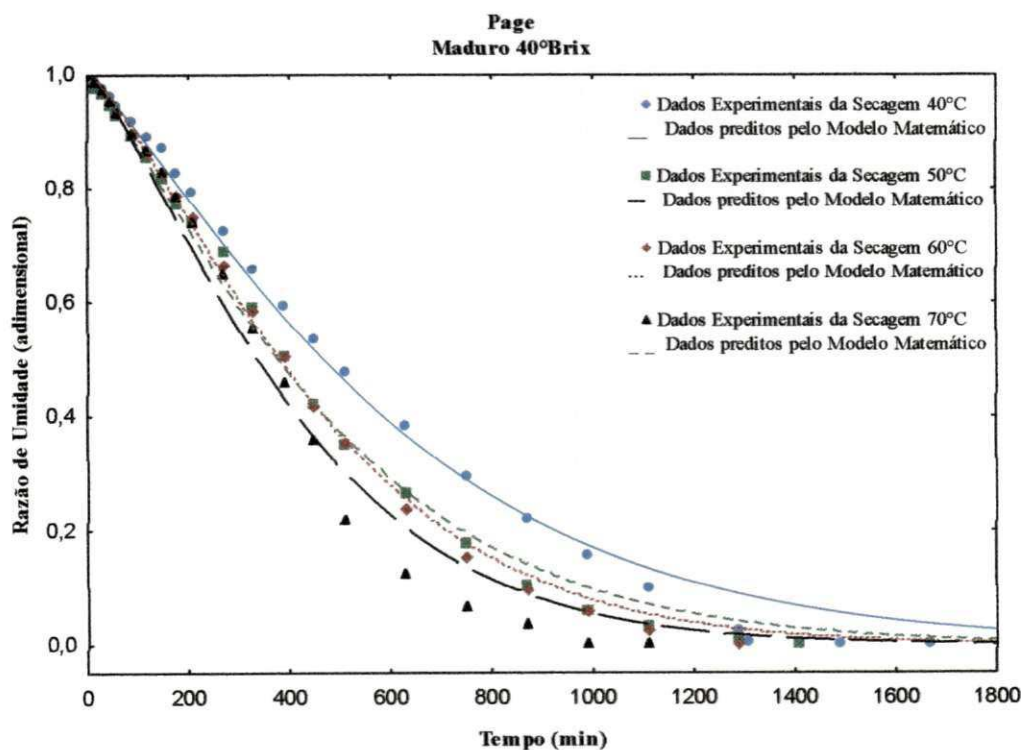


Figura 4.13- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

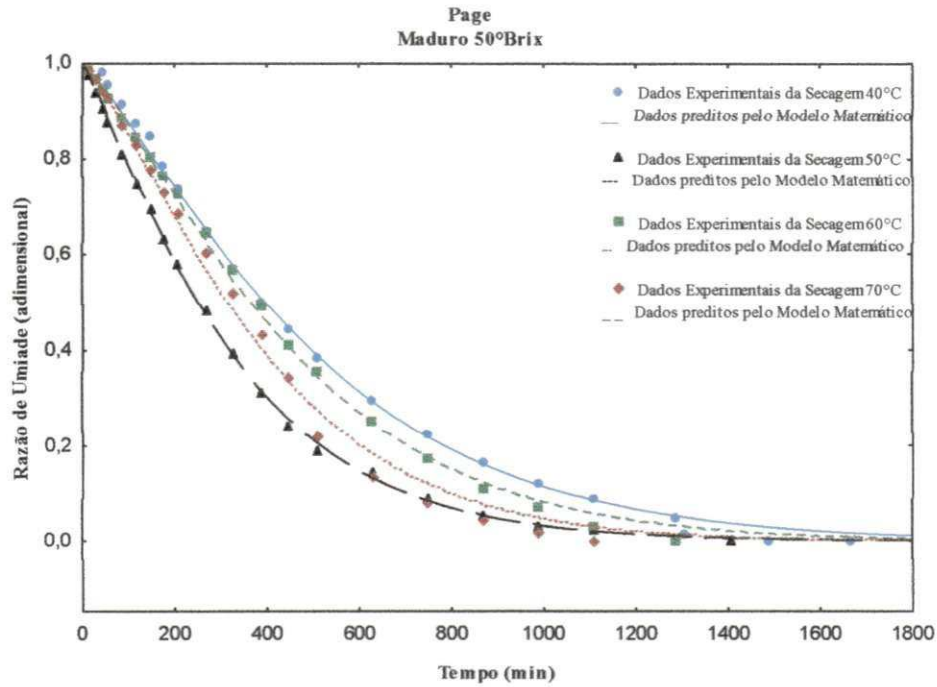


Figura 4.14- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

Na Tabela 4.3 se encontram os parâmetros de ajuste do modelo Page aos dados experimentais das goiabas-passa nos estádios de maturação verde e madura.

Tabela 4.3- Parâmetros da equação de Page, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Tratamento	Temperatura de secagem	Parâmetros		Coeficientes	
		k	n	DQM	R ² (%)
Verde 40 °Brix	40 °C	0,0004	1,1916	0,0009	99,53
Verde 50 °Brix		0,0006	1,1359	0,0009	99,45
Madura 40 °Brix		0,0003	1,2342	0,0009	99,37
Madura 50 °Brix		0,0004	1,2354	0,0011	99,72
Verde 40 °Brix	50 °C	0,0005	1,2202	0,0010	99,68
Verde 50 °Brix		0,0007	1,1635	0,0007	99,79
Madura 40 °Brix		0,0004	1,2463	0,0008	99,45
Madura 50 °Brix		0,0011	1,1655	0,0004	99,95
Verde 40 °Brix	60 °C	0,0003	1,3155	0,0009	99,80
Verde 50 °Brix		0,0013	1,1249	0,0001	99,92
Madura 40 °Brix		0,0002	1,3553	0,0012	99,80
Madura 50 °Brix		0,0003	1,2788	0,0004	99,84
Verde 40 °Brix	70 °C	0,0003	1,2983	0,0010	99,44
Verde 50 °Brix		0,0003	1,3191	0,0012	99,07
Madura 40 °Brix		0,0003	1,3213	0,0011	98,59
Madura 50 °Brix		0,0003	1, 3191	0,0012	99,07

4.2.4- Modelo de Thompson

As secagens realizadas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C para as goiabas nos estádios de maturação verde e madura tratadas em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix e calculadas com a equação de Thompson estão apresentadas nas Figuras 4.15, 4.16, 4.17, e 4.18, respectivamente.

Os coeficientes da equação de Thompson encontram-se na Tabela 4.4, percebendo-se que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação superiores a 93,85%, que está dentro dos valores aceitáveis; no entanto, os valores de DQM demonstram o contrário, ou seja, o modelo não representa bem os dados de secagem. Para se ter um ajuste adequado do modelo aos dados experimentais, o valor de DQM deve ser no máximo igual a 1. Observa-se que, para o parâmetro “a”, o valor se apresenta de forma negativa; já o coeficiente “b” oscila de um ponto negativo tendendo a zero.

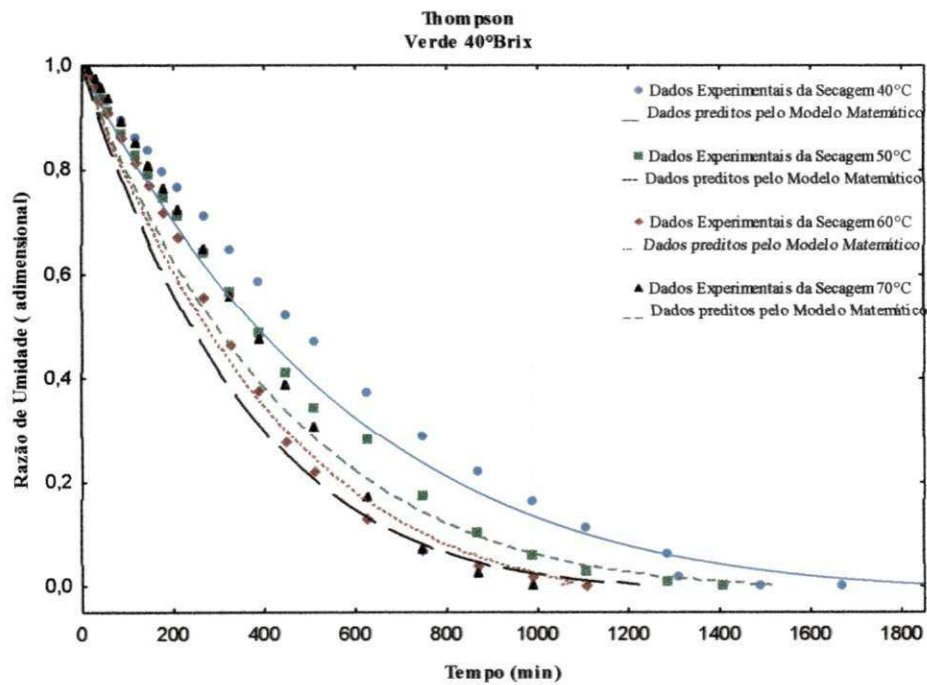


Figura 4.15- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

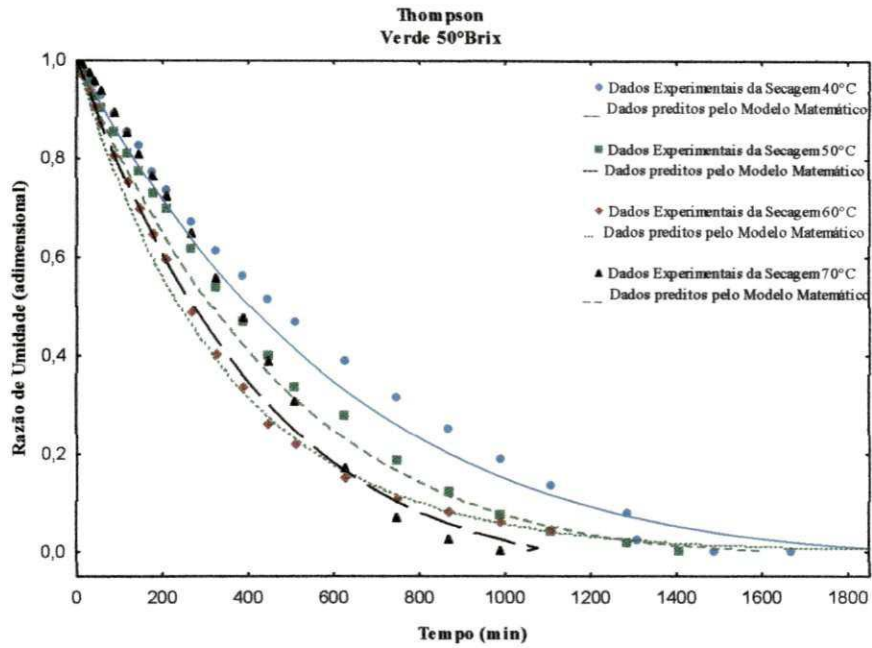


Figura 4.16- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

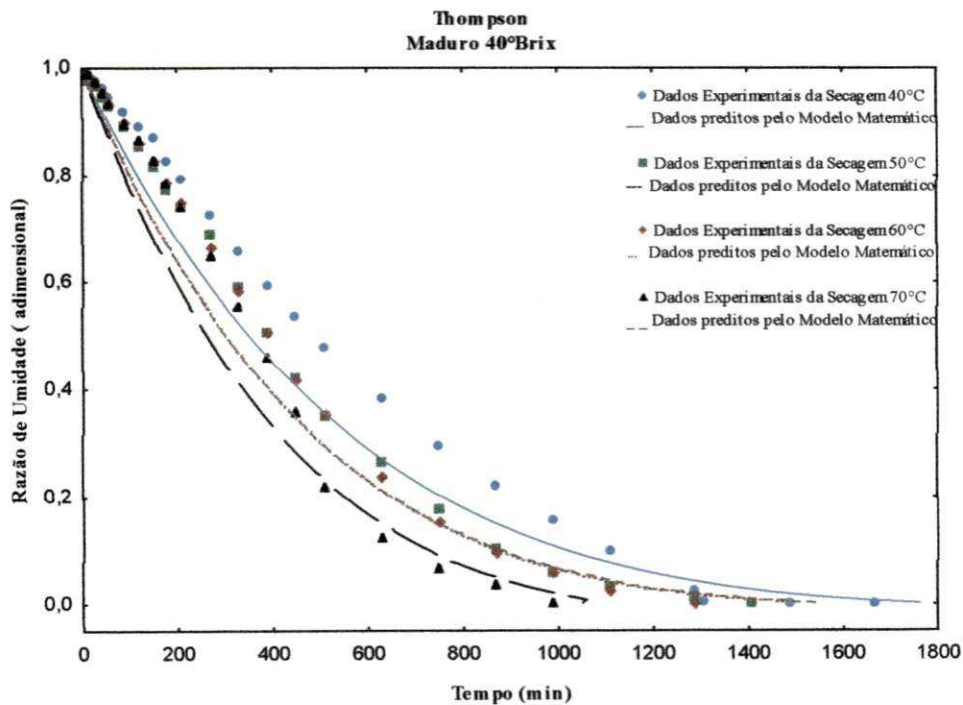


Figura 4.17- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba na maturação madura desidratada osmoticamente a 40 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

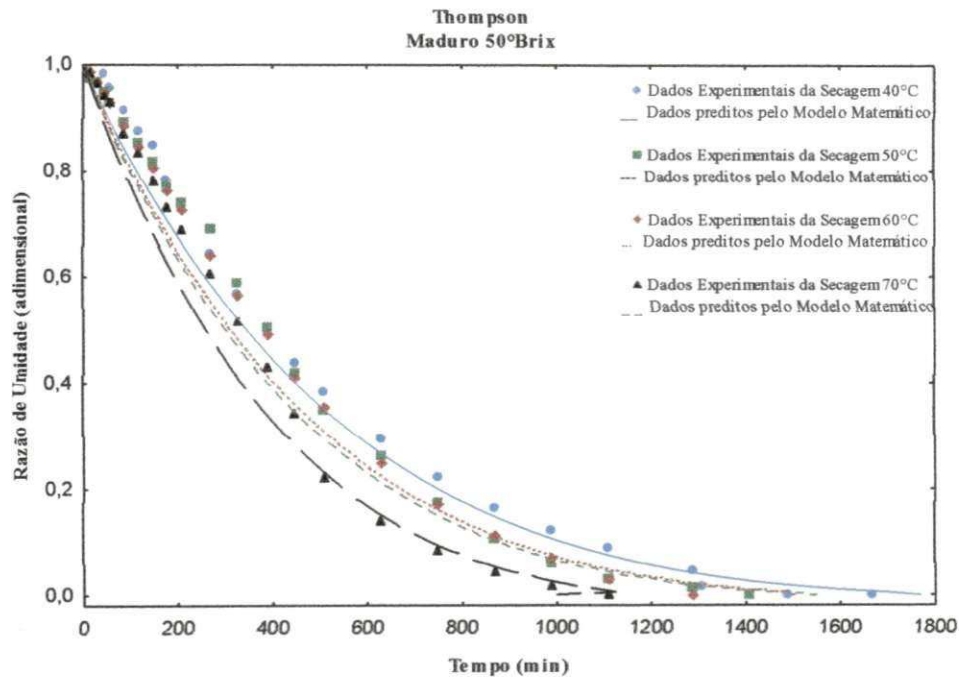


Figura 4.18- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da goiaba no estágio de maturação madura desidratada osmoticamente a 50 °Brix, pela equação de Thompson, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

Na Tabela 4.4 encontram-se os parâmetros de ajuste do modelo Thompson aos dados experimentais das goiabas passas nos estádios de maturação verde e madura.

Tabela 4.4- Parâmetros da equação de Thompson, obtidos por regressão não linear em secagem de goiabas verdes e maduras com présecagem osmótica em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

Tratamento	Temperatura de secagem	Parâmetros		Coeficientes	
		a	b	DQM	R ² (%)
Verde 40 °Brix	40 °C	-587,827	-45,4052	6,8368	96,76
Verde 50 °Brix		-623,641	-49,3106	4,9473	97,20
Madura 40 °Brix		-537,510	-40,4522	10,9900	93,85
Madura 50 °Brix		-531,667	-39,3142	5,4764	98,26
Verde 40 °Brix	50 °C	-450,547	-32,8428	6,2756	97,86
Verde 50 °Brix		-480,696	-36,0178	3,4900	99,24
Madura 40 °Brix		-460,847	-33,7950	6,9247	97,93
Madura 50 °Brix		-365,412	-23,7513	0,8121	99,68
Verde 40 °Brix	60 °C	-364,630	-26,6866	5,1844	98,42
Verde 50 °Brix		-349,068	0,65331	1,4291	99,69
Madura 40 °Brix		-461,502	-35,1647	7,1602	97,48
Madura 50 °Brix		-478,723	-36,9866	5,5173	98,31
Verde 40 °Brix	70 °C	-423,772	-41,5743	7,9959	94,71
Verde 50 °Brix		-423,772	-41,5743	7,9959	94,71
Madura 40 °Brix		-404,606	-38,3676	7,8577	95,40
Madura 50 °Brix		-399,928	-35,3010	5,5807	97,96

Para o modelo de Midilli observa-se um ajuste adequado da equação para com os dados experimentais; no entanto, que ocorre um bom ajuste no início da secagem e, no final, um ajuste ruim aos dados experimentais, demonstrando DQM maiores que os encontrados para o modelo de Page.

O modelo matemáticos de Page é o que melhor representou os ajustes dos dados experimentais, ocorrendo um ajuste do início ao final da secagem, apesar de apresentar um

R^2 menor que o modelo de Midilli, no entanto apresenta um ajuste aceitável em toda as curvas de secagem, apresentando o menor desvio quadrático médio (DQM)

4.3- Cor

Nas Tabelas 4.5 4.6, 4.7 e 4.8 estão os valores médios para os parâmetros luminosidade (L^*), intensidade de vermelho ($+a^*$) e intensidade de amarelo ($+b^*$) para as goiabas in natura (verde e madura), após desidratação osmótica (40 e 50 °Brix) e das goiabas-passa nas maturações verde e madura, obtidas por secagem convectiva nas temperaturas de 40, 50 60 e 70 °C.

Os parâmetros de cor luminosidade (L^*) os valores oscilam de zero (preta) a cem (branca); a intensidade de vermelho (a^*) indica as direções das cores: valores $a^* > 0$, indicam vermelho e valores de $a^* < 0$, indica cor verde; já para a intensidade de amarelo $b^* > 0$ cor, amarela e $b^* < 0$ cor azul (MINOLTA, 1994).

Tabela 4.5 – Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho ($+a^*$) e intensidade de amarelo ($+b^*$) para as goiabas “in natura” nos estádios de maturação verde e madura

Maturação	Parâmetros		
	L^*	a^*	b^*
Verde	61.29a	16.10b	20.17a
Madura	45.74b	29.80a	13.54b
C.V. (%)	4.29	4.47713	3.45

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para as goiabas “in natura” (Tabela 4.5) tem-se que a luminosidade (L^*) diminui à medida em que ocorre uma maior grau de maturação dos frutos em que, para os frutos verdes, ocorre a maior média (61,29); já para o parâmetro intensidade de vermelho ($+a^*$) observa-se a ocorrência de maior média (29,80) para os frutos maduros; para o parâmetro intensidade de amarelo ($+b^*$) os frutos verdes apresentaram a maior média (20,17). Esses fatos podem ser justificados pela quantidade de pigmentos, como os carotenóides existentes em maior quantidade nos frutos de goiabas maduras, os quais lhe atribuem

maior intensidade de vermelho (+a*); assim, a luminosidade (L*) e a intensidade de amarelo (+b*) apresentam maiores valores para as goiabas verdes.

Tabela 4.6- Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas (verde e madura) desidratadas osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix a 25 °C

Maturação	Brix	Parâmetros		
		L*	a*	b*
Verde	40	56.05a	9.58c	23.69a
	50	50.41ab	14.27b	23.59a
Madura	40	34.80c	27.55a	16.94b
	50	41.46bc	29.04a	17.10b
C.V. (%)		8.56	8.45	8.26

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.6 verifica-se que as maiores médias foram encontradas para os parâmetros L* e b* nas goiabas verdes tratadas em solução osmótica de 40 °Brix, com a médias de 56,05 e 23,69 respectivamente; para o parâmetro a* as goiabas maduras continuaram com os maiores valores de média (29,04) não havendo diferença estatística para este tratamento. SOUZA et al. (2003); REIS et al. (2007) observaram que goiabas tratadas osmoticamente sem a utilização de vácuo, mantiveram luminosidade próxima a média da goiaba *“in natura”*, no entanto o tempo de contato com a solução osmótica favorece a diminuição da luminosidade, em virtude de favorecer a maturação desses frutos.

Comparando os parâmetros de cor L*, a* e b* com os dados da Tabela 4.5 ,parâmetros de cor do frutos *“in natura”*. observa-se certa estabilidade das médias, ocorrendo diminuição dessas médias, devido às características climáticas do fruto, ocasionando uma maturação após o processamento.

Tabela 4.7- Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas-passa verde

Maturação	Brix	Temperatura de secagem (°C)	Parâmetros		
			L*	a*	b*
Verde	40	40	53.77ab	44.06a	17.36bc
		50	30.20d	22.73d	21.12b
		60	43.86bc	39.71abc	25.25a
		70	42.01c	34.54c	20.37b
	50	40	57.19a	35.45bc	10.51d
		50	57.84a	39.84abc	13.60cd
		60	55.09a	41.54ab	19.47b
		70	53.00ab	35.69bc	19.23b
C.V(%)			7.16	5.97	7.57

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.7 se observaram as maiores médias de luminosidade (L*) (57,19; 57,84 e 55,09) encontradas para as goiabas verdes tratadas com a solução de sacarose de 50 °Brix e secas nas temperaturas de secagem (40, 50 e 60 °C), respectivamente, demonstrando na qual a solução onde havia maior concentração de sólidos, conservou melhor a cor. Quando se observam as amostras tratadas na solução de 40 °Brix observa-se o escurecimento das amostras ao compará-las com os dados da Tabela 4.6 (parâmetros de cor para as goiabas após desidratação osmótica). Para a intensidade de vermelho (a*) a maior média (44,06) ocorreu na goiaba tratada a 40 °Brix e seca a 40 °C; para o parâmetro b* nota-se uma maior média (25,25) para a goiaba tratada em solução de sacarose 40 °Brix seca a 60 °C. Esse escurecimento das amostras pode acontecer em razão da quantidade de açúcares presente durante a osmose que associado ao aumento da temperatura das secagens, favoreceu uma reação não enzimática, como as reações de Maillard, caramelização e oxidação do ácido ascórbico (QUEIROZ et al., 2007).

Tabela 4.8- Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para as goiabas-passa madura

Maturação	Brix	Temperatura de secagem (°C)	Parâmetros		
			L*	a*	b*
Madura	40	40	40.66a	34.03a	29.81a
		50	36.89bc	33.34a	24.74bc
		60	32.20d	27.10cd	22.69c
		70	40.98a	32.15a	26.65b
	50	40	35.58c	26.51d	26.75b
		50	41.22a	30.05b	29.95a
		60	38.33b	26.03d	26.81b
		70	35.93c	28.76bc	26.38b
C.V.(%)			1.86	2.24	3.31

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Comprando os valores das Tabelas 4.8 com os valores da Tabela 4.6 (parâmetros de cor após desidratação osmótica), percebe-se que, mesmo após a secagem e independente da temperatura, ocorreu manutenção da luminosidade (L*).

Para a intensidade de vermelho (a*) constata-se que as maiores médias (34.03, 33.34, 32.15) para as goiabas prétratadas com 40 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50 e 70 °C, podem ser justificadas pelo aumento da maturação desses frutos ou também pelas reações não enzimáticas, desencadeadas pela absorção do açúcar na osmose e incrementadas durante a secagem (SOUZA et al. 2003).

Ocorreu aumento significativo do parâmetro b* em todos os tratamentos osmóticos e temperaturas de secagem, fato este verificado também por (QUEIROZ et al., 2007), que utilizaram-se as mesmas concentrações de sacarose para desidratar osmoticamente goiabas, como tratamento preliminar de secagem, atribuindo este fato ao efeito da concentração dos pigmentos com a desidratação drástica que ocorre nesta etapa.

4.4- Avaliação físico-química

4.4.1- Avaliação físico-química das goiabas nos estádios de maturação verde e madura “*in natura*”

Nas Tabelas 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12 estão representados os dados referentes às avaliações físico-químicas das goiabas verdes e maduras, antes e após cada etapa do processamento “*in natura*”, após desidratação osmótica em soluções de sacarose de 40 e 50 °Brix e após secagem nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.

Verifica-se, na Tabela 4.9, que os teores de água presentes nas amostras das goiabas variaram de 91,0 – 93,0% de água; os valores de teor de água foram maiores que os encontrados por PEREIRA et al. (2003) para a mesma variedade de goiaba.

Para o parâmetro pH observa-se que a maior média encontrada foi para a goiaba madura, com 3,95, seguida da goiaba com uma média de 3,81; referido pH está dentro dos padrões para frutas, apresentando valores em torno de 4,0 (ORDÓNEZ, 2005). Para o parâmetro acidez verifica-se maior média (0,93) para a goiaba madura, deduzindo-se com isto, uma menor acidez aparente quanto ao sabor das frutas quanto maior for este percentual. LIMA et al. (2002) e PEREIRA et al. (2003) encontraram menores valores de acidez em goiabas da variedade Paluma quando comparados com o desta pesquisa .

Analisando o valor de sólidos solúveis (brix) observa-se que, com o aumento da maturação, a quantidade de sólidos solúveis também aumenta, ou seja, a goiaba madura se destaca estatisticamente com uma média de 11,46. Referidos valores são muito próximos dos encontrados por LIMA et al. (2002).

Os valores observados de vitamina C nas goiabas verdes e maduras são semelhantes aos observados por LIMA et al. (2002), em estudo com diferentes variedades de goiabas cultivadas na região do submédio do São Francisco, com teor médio de 89,79 mg de ácido ascórbico/100g de polpa; já os encontrados nas amostras no presente trabalho foram de 88,61 e 81,83 para goiabas verdes e maduras, respectivamente.

Os teores de cinzas nas amostras estudadas não apontaram diferenças significativas entre as goiabas quanto aos estádios de maturação. PEREIRA et al. (2003) encontraram em estudos com a mesma variedade, um valor de 0,54 menor que o verificado nas amostras em estudo.

Para os parâmetros açúcares totais (AT) e açúcares não redutores (ANT) observa-se que nas goiabas maduras contêm o maior percentual de açúcares. LIMA et al. (2002) encontrou valores menores de açúcares totais, quando comparados com as amostras estudadas. Os valores de açúcares redutores (AR) não foram significativamente diferentes, tendo valores de 6,12 e 6,30 para as goiabas verdes e maduras, respectivamente.

Algumas diferenças nos componentes nutricionais encontrados nas amostras estudadas e comparadas com a literatura, podem ser explicadas em decorrência dos tratos culturais as quais as goiabeiras foram submetidas, sendo influenciadas diretamente pela irrigação, aplicação de fertilizantes e pela época em que se realizou a colheita, dentre outros tratos.

Tabela 4.9 – Análises físico-químicas da goiaba “in-natura” nos estádios de maturação verde e madura

Maturação	PARÂMETROS								
	Teor de água(%)	pH	Acidez	SS	Vit. C	Cinzas	AT	AR	ANR
Verde	93,0a	3.81b	0.86b	10.46b	88.61a	0.81a	6.43b	6.12a	0.30b
Maduro	91,0a	3.95a	0.93a	11.46 a	81.83b	0.80a	7.13a	6.30a	0.79a
C.V (%)	1.37	0.21	1.35	1.05	2.75	2.32	1.20	1.32	14.45

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

SS sólidos solúveis; AT Açúcar total; AR Açúcar Redutor; ANR Açúcar Não Redutor

CV % coeficiente de variação

4.4.2- Avaliação físico-química das goiabas nos estádios de maturação verde e madura, após desidratação osmótica

Independente da maturação, quando imersas em solução com maior concentração de sacarose as goiabas apresentaram maior redução do teor de água (Tabela 4.10). Quando se verifica para a concentração de sacarose a 40 °Brix para a goiaba verde, por exemplo, ocorreu uma maior desidratação.

Para o parâmetro pH não houve diferença significativa para goiabas verdes desidratada osmoticamente a 40 e 50 °Brix (3,85 e 3,84) e madura tratada em solução de sacarose a 50 °Brix(3,83.), PEREIRA et al. (2003), REIS et al. (2007) e QUEIROZ et al.(2007) encontraram valores de pH próximos a este, em trabalhos com desidratação osmótica de goiaba. Para os teores de acidez, percebe-se aumento sempre que se aumenta o teor de sólidos da solução desidratante, sendo maior o valor observado para o tratamento da goiaba verde a 50 °Brix com acidez de 1,32; esse fato foi também observado por MARTINS et al. (2008).

Quanto aos teores de sólidos solúveis das goiabas desidratadas osmoticamente, observou-se uma concentração maior desses sólidos à medida em que ocorre o aumento da concentração de sólidos na solução osmótica observando-se, para a goiaba madura a submetida a solução de sacarose a 50 °Brix apresentou maior média de 45,99. SOUZA NETO et al. (2008) verificaram alta incorporação de sólidos solúveis em estudos de desidratação osmótica em manga.

Com relação ao teor de vitamina C, goiabas no estágio de maturação verde apresentaram os menores teores; isto pode ocorrer devido à troca de solutos existentes entre a solução osmótica e a fruta. As goiabas maduras apresentaram uma maior quantidade dessa vitamina comparada com as amostras "*in natura*", não diferindo estatisticamente para as soluções de sacarose utilizadas, fato também constatado por ELIAS et al. (2008) em desidratação osmótica de caqui. Mostrando-se significativo as amostras de goiabas maduras com as médias 85,11 e 87,45 para as soluções de 40 e 50 °Brix, respectivamente.

Para as cinzas presentes nas amostras estudadas percebem-se maiores teores de minerais nas goiabas verdes tratadas com as duas concentrações de solução osmótica.

Para os açúcares totais (AT) e redutos (AR) percebe-se que a goiaba verde tratada com 50 °Brix, foi a que apresentou maior média, com 26,77 e 12,11%, respectivamente; para os açúcares não redutores (ANT) as amostras tratadas com a solução de 50 °Brix de concentração na solução de sacarose foram as que obtiveram as maiores médias, 13,92 (verde a 50 °Brix) e 13,55 (madura a 50 °Brix).

Tabela 4.10– Análises físico-químicas da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix a temperatura de 24 °C

Maturação	°Brix	PARÂMETROS								
		Teor de água (%)	pH	Acidez	SS	Vit. C (%)	Cinzas	AT	AR	ANR
Verde	40	64,0b	3.85a	1.23b	36.79b	58.69b	1.14b	20.94c	10.32b	10.08b
	50	62,0bc	3.84a	1.32a	37.19b	55.75b	1.38a	26.77a	12.11a	13.92a
Maduro	40	70,0a	3.78b	0.83d	36.79b	85.11a	0.65d	19.92c	8.87c	10.48b
	50	60,0c	3.83a	0.96c	45.99a	87.45a	0.76c	22.92b	8.65c	13.55a
C.V (%)		1.89	0.31	1.67	0.64	6.18	4.23	2.18	2.36	4.36

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

SS sólidos solúveis; AT Açúcar total; AR Açúcar Redutor; ANR Açúcar Não Redutor

CV % coeficiente de variação

4.4.3- Avaliação físico-químicas das goiabas passas verdes

Na Tabela 4.11 se encontram os dados com as avaliações físico-químicas das goiabas-passa verdes, obtidas após secagem em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, precedidas de desidratação osmótica em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix.

Observa-se que os teores de água das amostras de goiaba verde são influenciados pelo prétratamento de desidratação osmótica e pela temperatura de secagem, na qual foi condicionada. Verifica-se que o maior teor de água (36%) ocorreu nas amostras submetidas a solução de sacarose de 40 °Brix e secas a 40 °C; para as amostras submetidas a solução de sacarose de 50 °Brix verificaram-se menores teores para as secagens de 60 e 70 °C, com as médias de 11 e 13%, respectivamente. O teor de água presente nas amostras torna-se desejável, pois quanto maior o teor de água, o produto final terá uma maior maciez (GONÇALVES & BLUME, 2008).

O pH das amostras foi influenciado pela temperatura de secagem, verificando-se os maiores valores de pH nas amostras tratadas com as soluções de sacarose a 50 °Brix e secas nas temperaturas de 60 e 70 °C, com o valor 4,10, respectivamente. A acidez das amostras aumentou, quando comparada com a das amostras “*in natura*”, podendo-se verificar que a maior valor de acidez verificou-se nas amostras submetidas a solução de sacarose de 50 °Brix e secas a 40 °C, QUEIROZ et al. (2007) observaram valores menores de acidez em goiabas secas e tratadas por desidratação osmótica com os mesmos percentuais de sacarose; para pH, o mesmo autor observou médias entre 3,97 a 4,40.

Os teores dos sólidos solúveis aumentaram quando comparadas com as das amostras “*in natura*”, após desidratadas osmoticamente e após secagem. Este fato ocorre devido a uma quantidade menor de água presente nas amostras, concentrando os sólidos. Verifica-se que as goiabas imersas em solução de sacarose a 50 °Brix e secas nas temperaturas de 50 e 70 °C, apresentaram as maiores médias de 84,07 e 81,07, respectivamente. LIMA et al. (2004) e QUEIROZ et al. (2007) observaram o mesmo fato em secagem de goiabas osmodesidratadas.

Para os teores de vitamina C observa-se que ocorreu degradação do ácido ascórbico, quando comparados com as das goiabas "*in natura*"; constatou-se uma degradação maior da vitamina C nas goiabas secas nas temperaturas de 60 e 70 °C, com as médias de 52,47 e 64,14, tratadas com 40 °Brix, 52,19 e 53,42, tratadas com solução de sacarose a 50 °Brix, para as temperaturas citadas, respectivamente. Verifica-se que a goiaba tratada com a solução de sacarose a 40 °Brix e seca a 40 °C obteve a maior média, de 86,56. QUEIROZ et al. (2007) justificam esta degradação pelo tempo e as temperatura às quais as amostras foram submetidas acelerando a degradação do ácido ascórbico, pela exposição a luz e ao oxigênio.

Para o parâmetro cinza observa-se que as goiabas submetidas a solução de sacarose a 50 °Brix obtiveram os maiores teores de cinza, na qual amostra seca a 70 °C, apresentou média de 2,34, fato que pode ser influenciado pelo ganho e concentração dos sólidos dessas amostras.

Para os açúcares totais (AT) observa-se as maiores médias foram verificadas para as goiabas imersas em solução desidratante de 40 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50 e 70 °C com as médias 47,29; 43,70 e 45,17, respectivamente; para as goiabas submetidas a solução de sacarose a 50 °Brix as maiores médias foram de 42,21 e 46,11 para as secagens de 50 e 60 °C; os teores de açúcares redutores (AR) que apresentaram a maior concentração desse açúcar foram para a goiaba submetidas a solução de sacarose 40 °Brix e seca a 70 °C, com média de 19,03; nas goiabas submetidas a solução de sacarose a 50 °Brix e secas a 40 e 70 °C foram observadas as maiores médias, 17,82 e 17,84, respectivamente; quanto aos açúcares não redutores (ANR), as goiabas submetidas a solução de sacarose a 50 °Brix e secas a 50 e 60 °C obtiveram as maiores médias, 28,91 e 30,03, respectivamente; este aumento do teor dos açúcares é justificado pela concentração dos sólidos, à medida que diminui o teor de água das amostras LIMA et al. (2004).

Tabela 4.11 – Análises físico-químicas da goiaba-passa no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente em soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

°Brix	Temperatura (°C)	PARÂMETROS								
		Teor de água (%)	pH	Acidez	SS	Vit. C	Cinzas	AT	AR	ANR
40	40	36,0a	3.86d	1.08e	69.49b	86.56a	2.02bc	47.29a	17.35b	28.44ab
	50	27,0b	3.90cd	1.88b	73.69b	73.03bc	2.02bc	43.70a	17.40b	24.98bc
	60	24,0bc	4.03b	1.91b	71.71b	52.47e	2.04b	34.26b	14.81c	18.48d
	70	25,0bc	4.04b	1.93b	69.71b	64.14d	1.84c	45.17a	19.03a	24.83c
50	40	22,0c	3.90cd	2.36a	69.57b	69.81cd	1.89bc	36.83b	17.84ab	18.04d
	50	22,0c	3.91c	1.95b	84.07a	77.81b	2.04b	45.21a	14.77c	28.91a
	60	11,0d	4.10a	1.75c	81.07a	52.19e	2.03b	46.11a	14.49c	30.03a
	70	13,0d	4.10a	1.52d	73.54b	53.42e	2.35a	28.20c	17.82ab	9.86e
CV%		7.79	0.39	2.14	3.29	4.13	3.22	3.24	2.99	5.37

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

SS sólidos solúveis; AT Açúcar total; AR Açúcar Redutor; ANR Açúcar Não Redutor

CV % coeficiente de variação

4.4.4- Avaliação físico-químicas das goiabas passas maduras

Na Tabela 4.12 se encontra os dados referentes às análises físico-químicas das goiabas-passa maduras obtidas após secagem em estufa de circulação de ar, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C prétratadas por desidratação osmótica em soluções de 40 e 50 °Brix de sacarose.

Tem-se que os teores de água das goiabas-passa maduras foram influenciados pelos tratamentos osmóticos, verificando-se que as goiabas submetidas a solução de sacarose a 40 °Brix apresentaram maior quantidade de água; quando se observam as temperaturas utilizadas, o teor que água diminui à medida em que se aumenta a temperatura de secagem, verificando-se que as goiabas secas a 70 °C obtiveram a menor média, com 16%.

Verifica-se que o aumento do pH ocorre à medida em que a temperatura de secagem aumenta, independente do prétratamento osmótico, observando-se as maiores médias de 4,02 e 4,04 para a temperatura de secagem de 70 °C e para as goiabas imersas em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix, respectivamente; para a acidez observa-se que ocorreram os menores teores à medida em que a temperatura de secagem aumentou; para a temperatura de secagem a 70 °C, verificaram-se goiabas-passa maduras mais ácidas com as médias de 1,92 e 1,93 para as goiabas passas maduras, obtidas por imersão em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix, respectivamente. Esta acidez é desejável pois quanto mais ácido o alimento menor a chance dele ser contaminado por micro-organismos.

Para os teores de sólidos solúveis observa-se um incremento desse teor, quando se comparam as amostras "*in natura*" e após desidratação osmótica; este fato ocorre devido à menor quantidade de água presente nas amostras e à maior concentração dos sólidos. Verifica-se que os teores de sólido solúveis variaram de 74,24 a 85,45 dentre todos os tratamentos osmóticos e a secagem. Esse fato ocorre devido a incorporação desses sólidos a partir da desidratação osmótica.

Para a vitamina C nota-se que as amostras secas nas temperaturas mais baixas de 40 e 50 °C, obtiveram as maiores médias, ou seja, ocorreu uma menor degradação desse

nutriente, observando-se as médias 85,75 e 87,27 para amostras tratadas com 40 °Brix e 87,30 e 80,12 para amostras tratadas com 50 °Brix, respectivamente. Esta menor degradação é justificada por uma placa que se forma com a sacarose, impedindo a volatilização dessa vitamina (QUEIROZ et al. 2007).

Para os teores de cinza observa-se que as amostras tratadas com 40 °Brix e para todas as temperaturas de secagem, não houve diferença significativa, observando as médias 1,68; 1,61; 1,65 e 1,62, para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente; para as goiabas tratadas com 50 °Brix, as maiores médias de 1,60 e 1,67, foram observadas para as temperaturas de secagem a 40 e 70 °C, respectivamente. Percebe-se que as amostras das passas verdes obtiveram uma quantidade maior de cinzas, quando se comparam os teores e cinza das amostras de passas maduras; este fato não existe na literatura; no entanto, pode ser ocasionado pelo grau de maturação das goiabas ocorrendo a degradação de muitos compostos minerais.

Para o parâmetro açúcares totais (AT) observa-se que as goiabas-passa obtidas por desidratação osmótica a 50 °Brix, apresentaram as maiores médias, verificando-se a maior estatisticamente para as goiabas secas a 70 °C, com a média de 59,83; para os açúcares redutores (AR) o tratamento para obtenção da passa madura, que apresentou maior média, foi obtido com a solução de 50 °Brix e seca a 70 °C com média 22,17; para os açúcares não redutores (ANR) verifica-se a maior média de 39,15 para a goiaba passa tratada em solução de 50 °Brix e seca a 50 °C. No geral, verifica-se um incremento nos teores de açúcar, o que pode ser explicado pelo fato de que, com o aumento da maturação das frutas, ocorre a degradação do amido, transformando em açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005) e pelo menor teor de água presente nas amostras, concentrando os açúcares presentes nas amostras.

Resultados e Discussões

Tabela 4.12- Análises físico-químicas da goiaba-passa no estágio de maturação madura desidratadas osmoticamente em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

°Brix	Temperatura (°C)	PARÂMETROS								
		Teor de água	pH	Acidez	Brix	Vit. C	Cinzas	AT	AR	ANR
40	40	26,0ab	3.83bc	2.43b	83.85ab	85.75ab	1.68a	49.19cd	14.52d	32.93bc
	50	27,0a	3.78cd	2.52a	84.76ab	87.27a	1.61a	44.84de	14.51d	28.81cd
	60	22,0abc	3.76d	2.12c	79.00abc	77.40cd	1.65a	54.80b	17.30c	35.62ab
	70	16,0c	4.02a	1.92e	76.25c	79.66bc	1.62a	43.93e	17.46c	25.14d
50	40	19,0bc	3.84bc	2.11c	85.27ab	87.30a	1.60a	52.41bc	19.36b	31.39bc
	50	16,0c	3.85b	2.01d	78.00bc	80.12bc	1.34b	56.58ab	15.36d	39.15a
	60	17,0c	3.99a	1.87e	74.24c	72.75de	1.37b	52.43bc	18.45bc	32.27bc
	70	16,0c	4.04a	1.93e	85.45a	69.47e	1.67a	59.83a	22.17a	35.78ab
CV%		12.32	0.52	1.30	3.22870	2.98	1.95	3.42407	2.84	5.27

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

SS sólidos solúveis; AT Açúcar total; AR Açúcar Redutor; ANR Açúcar Não Redutor

CV % coeficiente de variação

4.5- Avaliação instrumental de atributos de textura

4.5.1- Avaliação instrumental de resistência ao corte, ruptura de fibra e resistência à compressão da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura

Os dados referentes ao estudo da avaliação instrumental de resistência ao corte, ruptura de fibra e resistência à compressão da goiaba-passa nas maturações verde e madura, se encontram nas Figuras de 4.19 a 4.25, nas quais o eixo Y representa a força em Newton (N) e o eixo X, os tratamentos (goiabas verde e madura) prétratadas em soluções osmóticas de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente, em estufa de circulação de ar.

4.5.1.1- Resistência ao corte

Para a goiaba-passa verde, observada na Figura 4.19 percebe-se quando se eleva o teor de sólidos da solução, um aumento da força dentro de uma mesma temperatura de secagem, para que ocorra o corte das amostras. Quando se comparam as temperaturas de secagem observa-se que as amostras secas a 70 °C foram as que requisitaram maior força para o corte; para a goiaba verde tratada com 40 °Brix e seca a 70 °C, verificou-se uma força de 541N; já a goiaba verde tratada com 50 °Brix e seca a 70 °C, necessitou de uma força de 564N.

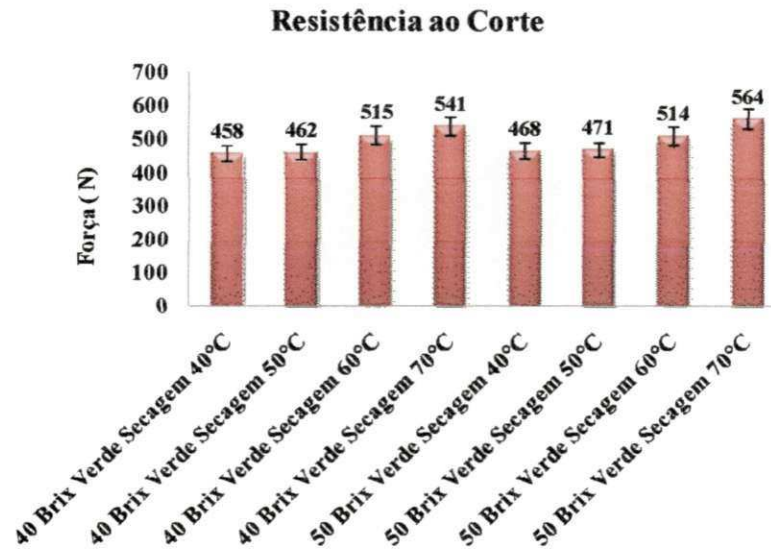


Figura 4.19- Parâmetro resistência ao corte de goiabas-passa na maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C em estufa de circulação de ar

Para a goiaba-passa madura, Figura 4.20, ocorre um aumento da força, de acordo com o aumento do teor de sólidos da solução desidratante e com o aumento da temperatura. As maiores forças de 528 e 545N, foram para se obter o corte nas amostras tratadas com 40 °Brix seca a 70 °C e 50 °Brix, seca a 70 °C, respectivamente.

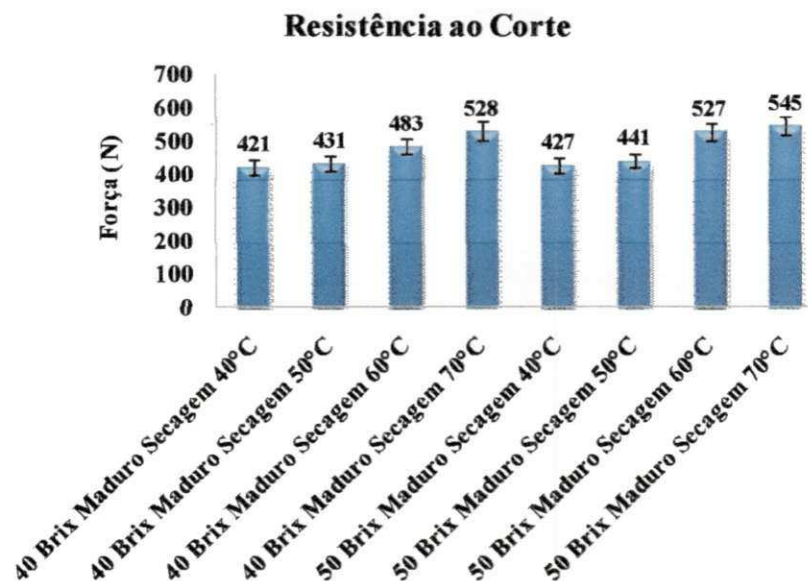


Figura 4.20- Parâmetro resistência ao corte de goiabas-passa na maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

De modo geral, percebe-se que dentre os dois estádios de maturação das goiabas-passa, as maiores forças foram requeridas para cortar as amostras de goiabas-passa verdes (564N), independente do tratamento osmótico recebido.

ALMEIDA et al.(2007) obtiveram em estudos de textura em passas de caju, que as amostras secas a 70 °C, obtiveram as melhores características de maciez, atribuindo-se o esse fato ao efeito da temperatura proporcionar o cozimento e amolecimento das fibras, diferindo deste modo, do comportamento encontrado nas goiabas-passa (verde e madura) do presente trabalho. Já SOUZA et al.(2003) observaram, em goiabas secas e tratadas por desidratação osmótica, que a concentração da sacarose favorece uma maior força de corte das amostras.

4.5.1.2- Ruptura da fibra (penetração)

Na Figura 4.21 se observam os dados de força capazes de penetrar 80% das amostras nas goiabas-passa verdes, podendo-se verificar, de acordo com a concentração da solução de sacarose e da temperatura de secagem, que se tem que utilizar uma força maior para romper as fibras da goiaba. Verifica-se, ainda, que a maior força utilizada foi de 98 N para o tratamento de 50 °Brix e secagem a 70 °C; já a menor força exigida foi de 44 N para a goiaba tratada com 40 °Brix de solução de sacarose e secagem a 40 °C.

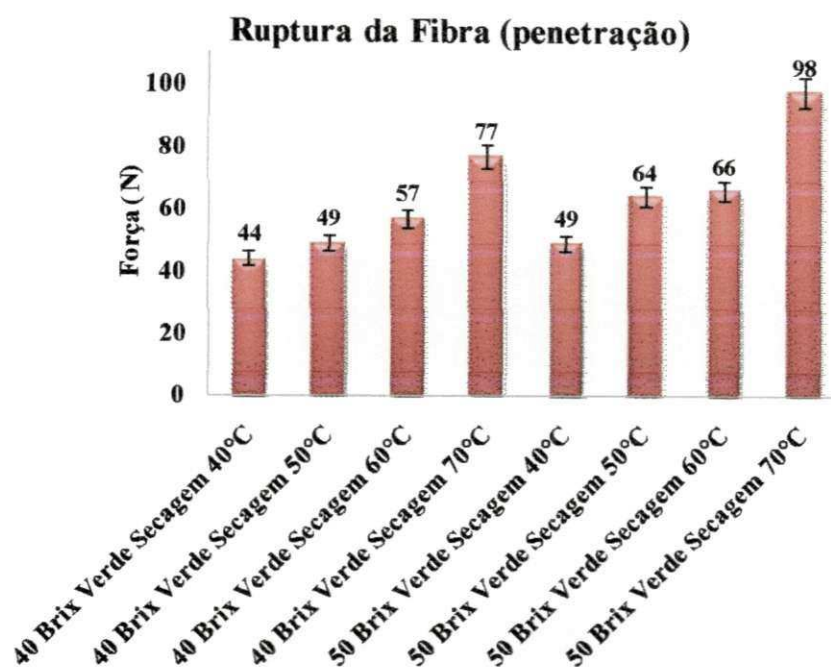


Figura 4.21- Parâmetro ruptura de fibras (penetração) de goiabas-passa na maturação verde desidratadas osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

Para ruptura de fibras de goiabas maduras secas a 70 °C prétratadas osmoticamente a 40 e 50 °Brix, a força requerida foi a mesma, 53N. ALMEIDA et al. (2007) observaram que a temperatura de secagem de 70 °C exigiu a maior força de ruptura em caju passas à medida em que se aumentou o brix das soluções osmóticas. KHIN et al. (2006) relatam que após secagem em estufa ocorre uma dureza maior das amostras, em decorrência de mudanças na estrutura celular.

SHUKLA & SINGH (2007) notaram em estudo com vários vegetais, observaram um aumento de força quando compararam os vegetais frescos, após desidratação osmótica e após a secagem osmoconvectiva.

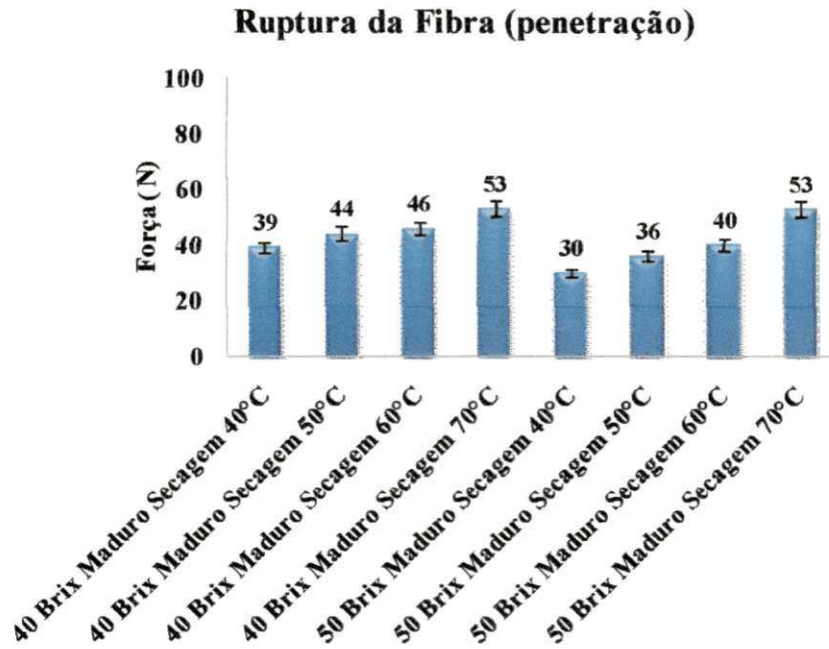


Figura 4.22- Parâmetro ruptura de fibras (penetração) de goiabas-passa na maturação madura desidratada osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar.

4.5.1.3- Resistência à compressão

Para avaliação instrumental de textura resistência à compressão, os dados estão presentes nas Figuras 4.23 e 4.24, abaixo, para as goiabas-passa verde e madura.

Na Figura 4.23 estão as forças capazes de comprimir 80% das amostras de goiabas-passa verde, na qual se observa que as amostras das goiabas tratadas com 50 °Brix e secas a 70 °C, exigiram a maior força de compressão, 555 N. A menor força para comprimir essas amostras foi verificada para goiabas tratadas a 40 °Brix de solução osmótica e secas a 40 °C, 414 N.

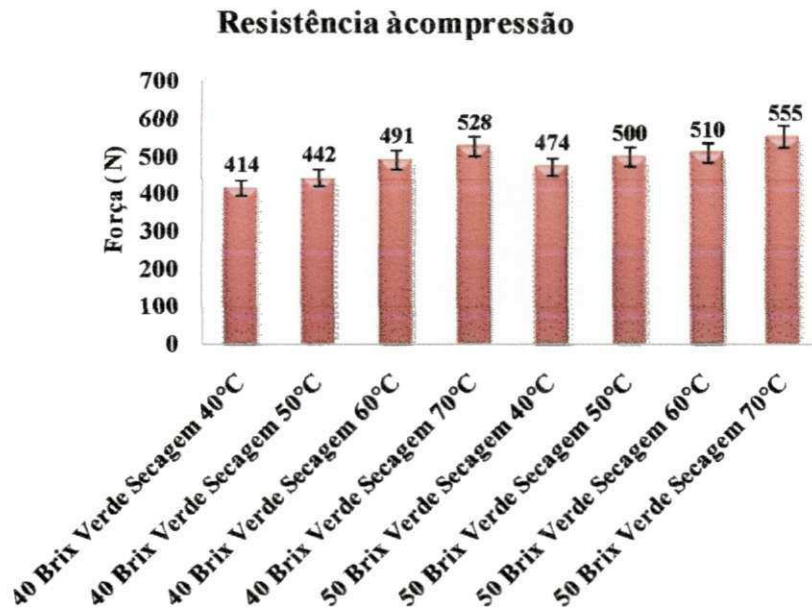


Figura 4.23- Parâmetro resistência à compressão de goiabas-passa na maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix, secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

Para as goiabas-passa maduras observa-se (Figura 4.24) que a maior força, 530N, foi requerida para compressão das amostras de goiabas tratadas com 50 °Brix de solução osmótica e secas a 70 °C; já as amostras mais macias foram das goiabas secas a 40 °C, independente da solução osmótica (40 e 50 °Brix), em que a força requerida para mesma compressão, foi 414 e 474 N, respectivamente. Para ALMEIDA et al. (2007) a maciez das passas de caju sofre influência do teor de açúcar, por promover uma porosidade maior e por conseguinte, uma aeração também maior com isso a força de esmagamento é menor.

ARGANDOÑA et al. (2002) concluíram que em melões tratados sob desidratação osmótica e adição de ácidos, a textura da fruta é alterada pelo processo osmótico, tornando-se mais viscoelástica.

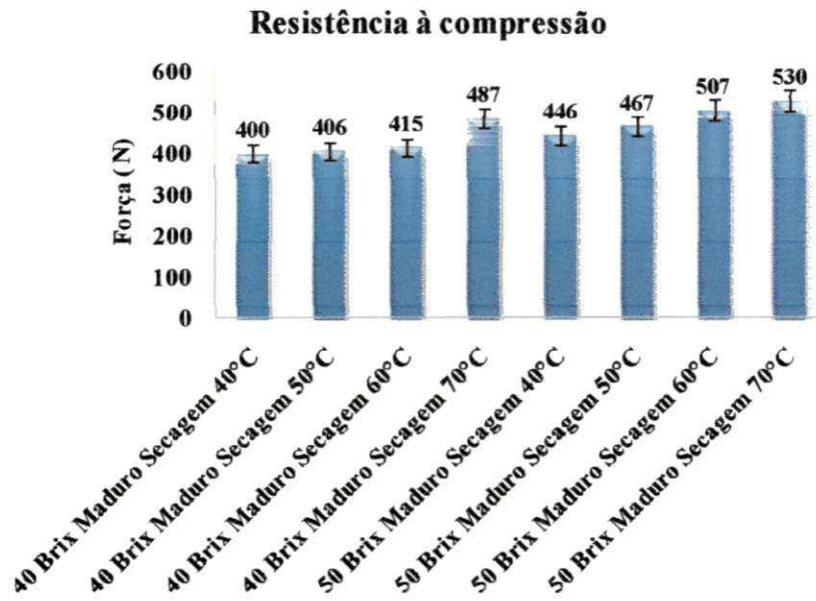


Figura 4.24- Parâmetro resistência à compressão de goiabab-passa no estágio maturação madura desidratadas osmoticamente em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa de circulação de ar

4.6- Análise sensorial

Na Tabela 4.13 está os resultados da análise de variância para análise sensorial da goiaba-passa, quanto aos parâmetros de avaliação sabor, aroma, aparência e cor.

Tabela 4.13- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência, Cor

F.V	G.L	Quadro Médio			
		Sabor	Aroma	Aparência	Cor
Maturação(M)	1	0,90 ^{ns}	12,10 ^{**}	4,22 ^{ns}	19,25 ^{**}
Brix (B)	1	0,16 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Secagem (S)	3	15,24 ^{**}	20,69 ^{**}	11,68 ^{**}	12,08 ^{**}
M x B	1	2,76 ^{ns}	5,26 [*]	8,56 ^{**}	4,39 ^{ns}
M x S	3	0,90 ^{ns}	1,83 ^{ns}	1,79 ^{ns}	3,47 [*]
B x S	3	1,42 ^{ns}	2,61 ^{ns}	1,085 ^{ns}	0,69 ^{ns}
M x B x S	3	0,87 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Tratamentos	15	3,74 ^{**}	6,32 ^{**}	3,97 ^{**}	4,91 ^{**}
Resíduo	629	1,32	1,043	1,14	1,76
C.V (%)		35,01	29,31	32,68	32,81

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Verifica-se na Tabela 4.13 quanto ao parâmetro sabor, diferença significativa para o tratamento secagem e na interação maturação x brix x secagem; para o aroma observou-se diferença significativa para maturação e secagens e, para interações entre os tratamentos, ocorreram diferenças entre a maturação x brix.

Para o fator aparência foram significativas a secagem e a interação dos tratamentos maturação x brix; quanto em referência à cor, foram significativos a maturação e secagem e a interação dos tratamentos maturação x secagem.

De modo geral, percebe-se significância para todos os tratamentos em todos os parâmetros de análise sensorial da goiaba-passa.

Na Tabela 4.14 se observam as médias dos tratamentos maturação, brix e secagem para as avaliações sensoriais da goiaba-passa, quanto aos parâmetros sabor, aroma, aparência e cor

Tabela 4.14- Médias dos fatores Brix e temperatura de secagem para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência e Cor

Fatores	Médias			
	Sabor	Aroma	Aparência	Cor
Maturação				
Verde	3,25a	3,62a	3,35a	3,47a
Maduro	3,32a	3,35b	3,18a	3,13b
Brix				
40°	3,27a	3,46a	3,23a	3,26a
50°	3,30a	3,50a	3,30a	3,34a
Secagem (°C)				
40	3,67a	3,88a	3,66a	3,69a
50	3,31b	3,59ab	3,21b	3,30b
60	3,21bc	3,44b	3,13b	3,08b
70	2,96c	3,01c	3,06b	3,13b

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para a avaliação sensorial utilizou-se uma escala de 1 a 5 em que quanto mais próximo de 5 ocorria uma aceitabilidade melhor do produto, para o tratamento maturação ocorreu maior aceitabilidade de sabor para as amostras maduras, quanto a: aroma, aparência e cor, percebendo-se que as goiabas-passa verde obtiveram melhor aceitabilidade e, o tratamento brix não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

Quando se avaliaram as temperaturas de secagem observou-se que as goiabas-passa obtidas através da secagem de 40 °C, foram as de maior aceitabilidade para todos os parâmetros sensoriais.

Na Tabela 4.15 está a análise do desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix, para o parâmetro aroma.

Tabela 4.15- Desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix para o parâmetro aroma

Maturação	AROMA	
	°Brix	
	40	50
Verde	3,51aA	3,73aA
Maduro	3,41aA	3,27bA

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Pode-se observar no desdobramento da interação Maturação x Brix, que para o grau de maturação verde com o brix de 50° foi obtida a maior média, de 3,73.

Na Tabela 4.16 se encontra a análise do desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix, para o parâmetro aparência.

Tabela 4.16- Desdobramento da interação significativa entre maturação e °brix, para o parâmetro aparência

Maturação	APARÊNCIA	
	°Brix	
	40	50
Verde	3,20aA	3,50aA
Maduro	3,26aA	3,10bA

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Observando a Tabela 4.16, percebe-se que tratamento verde com 50 °Brix, foi o tratamento que obtive a maior média 3,50.

Na Tabela 4.17 se encontra a análise do desdobramento da interação significativa entre °brix e temperatura de secagem, para o parâmetro cor.

Tabela 4.17- Desdobramento da interação significativa entre °brix e temperatura de secagem, para o parâmetro cor

°Brix	COR			
	Temperatura (°C)			
	40	50	60	70
40	3,78aA	3,68aAB	3,15aC	3,28aBC
50	3,60aA	2,91bB	3,02aB	2,98aB

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Percebe-se pela Tabela 4.17, que o tratamento 40 °Brix com secagem de 40 °C, foi melhor avaliado.

Na Tabela 4.18 tem-se as médias e coeficiente de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, desidratada osmoticamente e secas em estufa com circulação de ar, quanto aos parâmetros sabor, aroma, aparência e cor.

Tabela 4.18- Dados das médias e coeficiência de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial da goiaba-passa desidratada osmoticamente e secas em estufa com circulação de ar, quanto aos parâmetros sabor, aroma, aparência e cor

Maturação	Desidratação Osmótica	Temperatura de Secagem	Sabor		Aroma		Aparência		Cor	
			Média	CC(%)	Média	CC(%)	Média	CC(%)	Média	CC(%)
Verde	40	40	3,73	47,93	3,95	51,39	3,63	42,84	3,7	42,57
		50	3,48	25,92	3,78	38,93	3,2	14,25	3,05	24,22
		60	3,35	17,23	3,15	21,64	3,18	21,28	3,00	33,07
		70	2,95	16,68	2,80	15,81	3,08	20,54	2,95	21,28
	50	40	3,78	54,91	3,63	44,55	3,55	54,77	3,50	41,83
		50	3,40	25,22	3,38	29,84	3,03	22,39	2,78	33,46
		60	3,00	21,7	3,40	36,65	3,2	31,11	3,05	23,04
		70	2,93	17,11	2,70	19,76	2,65	26,1	3,03	10,46
Maduro	40	40	3,45	38,93	4,05	47,6	3,53	49,21	3,68	30,87
		50	3,3	23,39	3,53	30,62	3,35	38,13	3,63	36,01
		60	3,18	24,92	3,43	42,2	2,85	27,95	2,98	23,04
		70	2,75	18,76	3,05	20,92	3,08	35,36	3,15	28,23
	50	40	3,75	47,27	3,90	56,32	3,95	43,48	3,90	49,21
		50	3,08	33,77	3,70	40,89	3,30	31,12	3,75	51,08
		60	3,30	19,54	3,80	46,94	3,30	25,22	3,33	40,12
		70	3,20	22,01	3,53	30,87	3,45	35,14%	3,43	3,36

CC: coeficiente de concordância entre os julgadores

Na Tabela 4.18 se verificam as concordâncias com as médias das notas dos julgadores para análise sensorial das goiabas-passa; pode-se observar, para o parâmetro sabor, que o tratamento com maior concordância foi a passa de goiaba verde desidratada osmoticamente a 50 °Brix e seca a 40 °C, com média de notas de 3,78 e coeficiente de concordância de 54,91%.

Para o parâmetro sensorial aroma, a maior média de notas que mais se destacou foi a goiaba-passa madura, tratada com 40 °Brix na desidratação osmótica e seca a 40 °C, a qual obteve média de 4,05; essa média merece destaque por se aproximar de 5 dentro da escala hedônica das notas; com relação ao coeficiente de concordância, o tratamento com maior percentual foi para a goiaba madura desidratada em solução de 50 °Brix e seca a temperatura de 40 °C, com um CC de 56,32% para a média de 3,90.

Para o parâmetro sensorial aparência observou-se a maior média para a goiaba-passa madura tratada com 50 °Brix de desidratação osmótica e seca a 40 °C, cuja média foi 3,95. Quando se avalia o melhor CC, percebe-se que a goiaba-passa verde tratada em solução osmótica de 50 °Brix e seca a 40 °C apresentou o maior valor de 54,77%, para a média de 3,5.

Quando se avaliou o parâmetro sensorial cor, a maior média de 3,90, na qual se destacou o tratamento goiaba passa madura desidratada osmoticamente a 50 °Brix e seca a 40 °C; já o melhor CC foi de 51,08% para a média de 3,75 da goiaba-passa madura tratada com 50 °Brix de solução osmótica e seca a 50 °C.

Em uma avaliação geral de todos os tratamentos, observou-se que a secagem a 40 °C, para as goiabas-passa verde e madura e as desidratações osmóticas (40 e 50 °Brix), obtiveram os melhores CCs.

4.6.1- Perfil sensorial das goiabas-passa

Nas Figuras 4.25 a 4.28 se observa os perfis sensoriais da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura desidratada osmoticamente em soluções de sacarose com concentração de 40 e 50 °Brix e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação ar.

Estas figuras são para melhor ilustrar os resultados obtidos na análise da anova e o coeficiente de concordância, entre os julgadores.

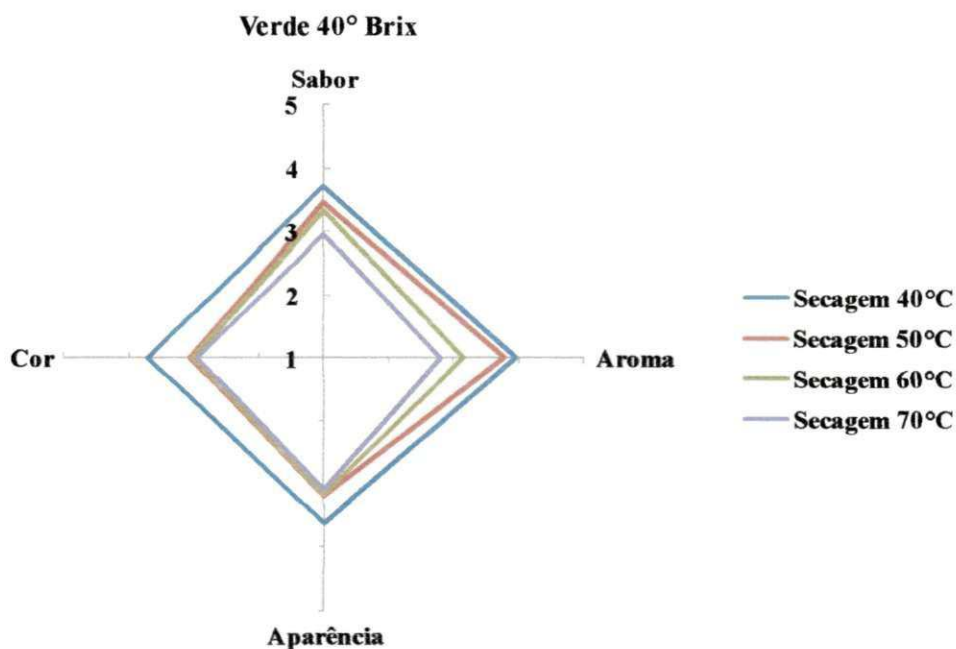


Figura 4.25- Perfil sensorial da goiaba-passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação ar

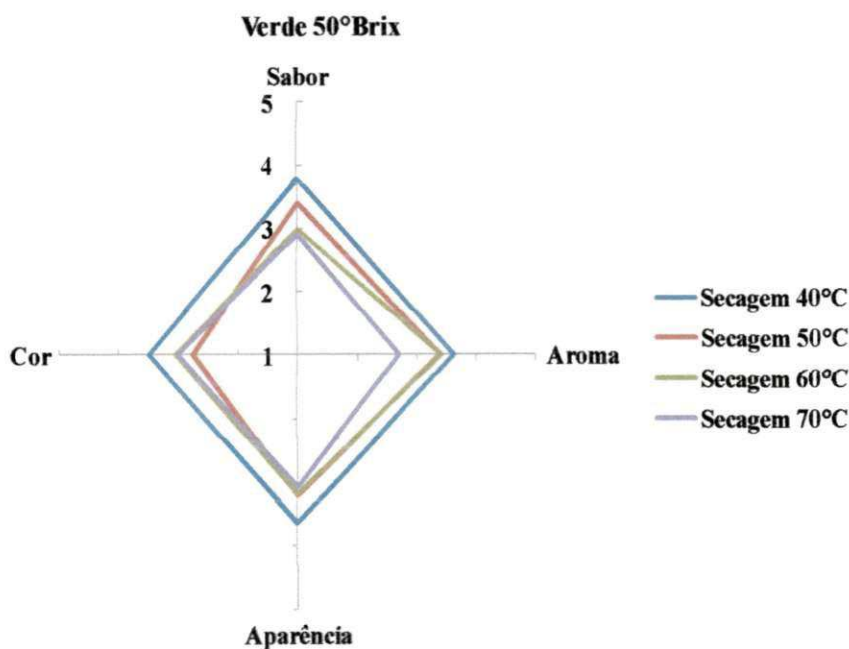


Figura 4.26- Perfil sensorial da goiaba-passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix, seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação ar

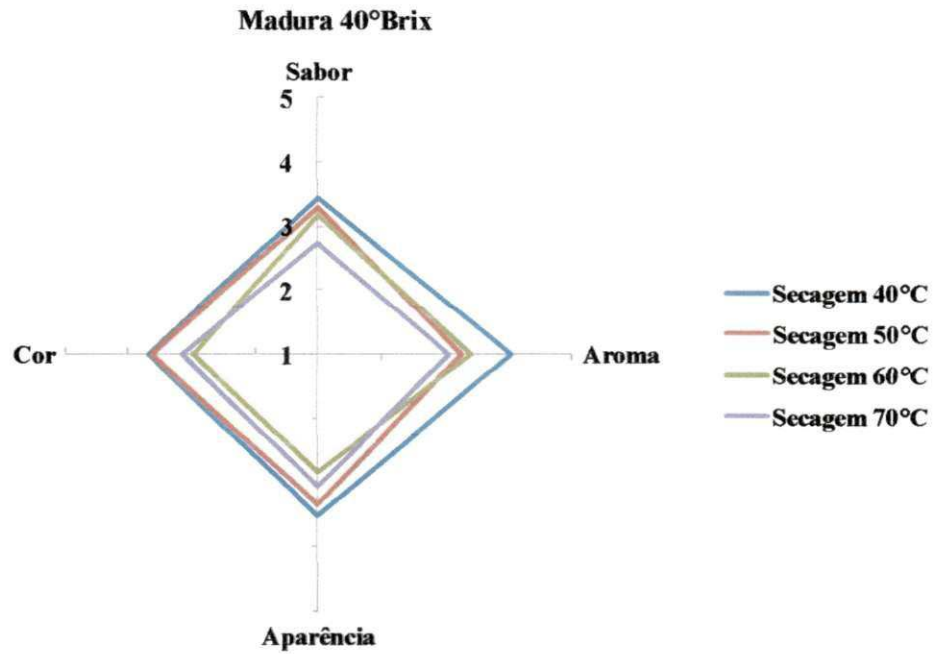


Figura 4.27- Perfil sensorial da goiaba-passa no estágio maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix, e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

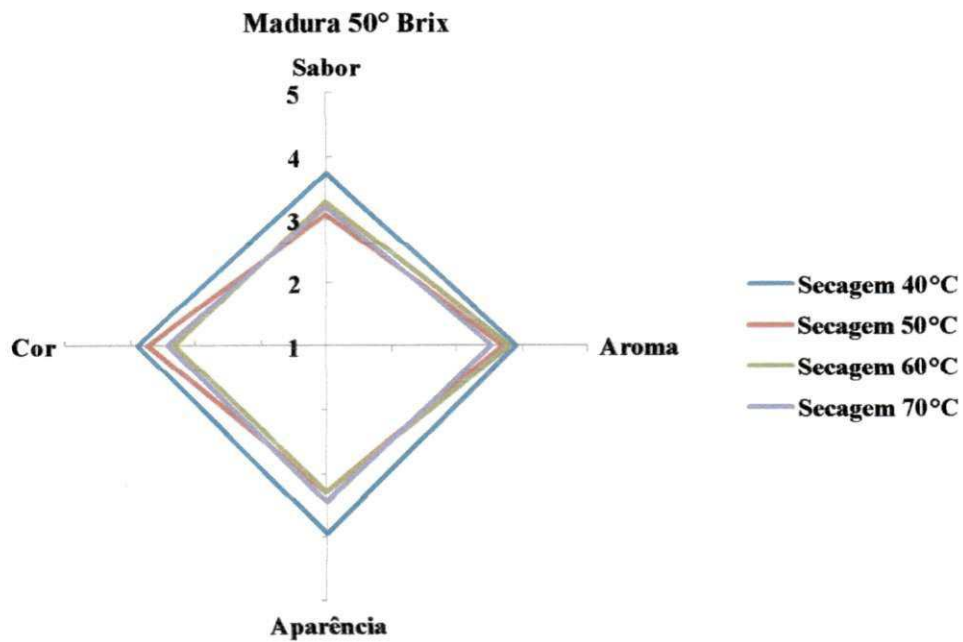


Figura 4.28- Perfil sensorial da goiaba-passa no estágio maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix, e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação ar

Observando os tratamentos percebe-se maior aceitação para as goiabas-passa, obtidas pela secagem na temperatura de 40 °C, independente dos prétratamentos osmóticos utilizados. Este fato pode ser justificado porque as amostras apresentaram menor dureza, segundo comentários nos formulários de avaliação, devida uma temperatura menor de secagem, diminuindo a rigidez da amostra.

4.6.2- Intenção de compra

Na Figura 4.29 se encontra a intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

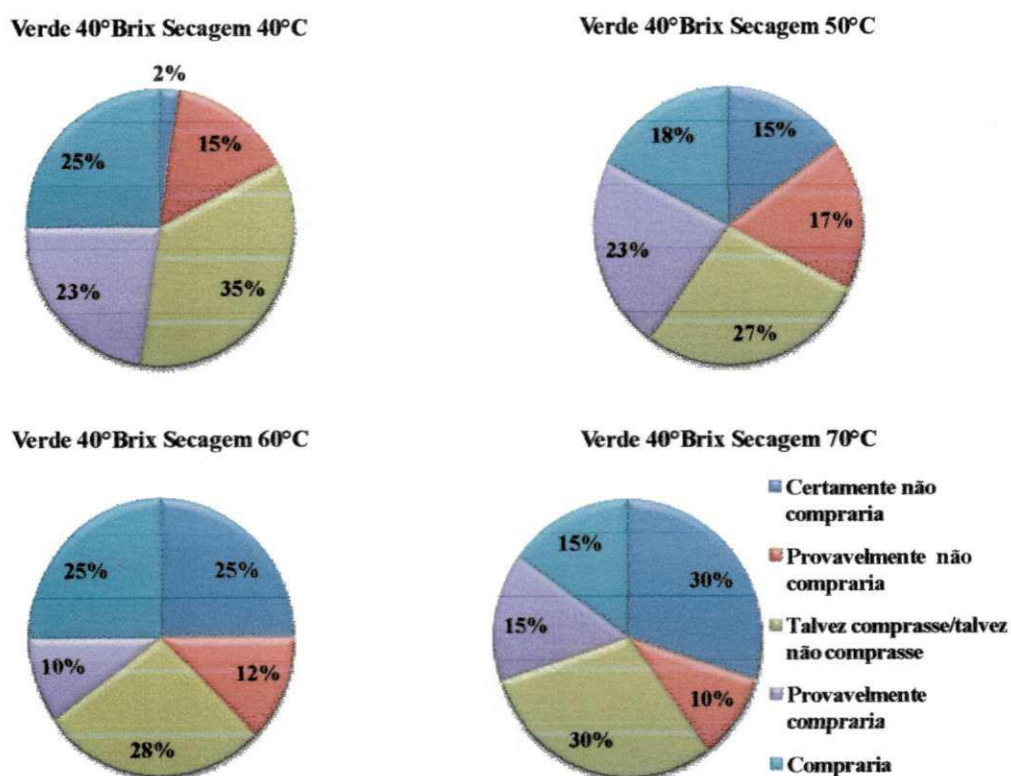


Figura 4.29- Intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

Para a goiaba-passa verde tratada com 40 °Brix na desidratação osmótica observa-se, para todas as temperaturas de secagem utilizadas na obtenção da passa que, os

provadores avaliaram com maior percentual de intenção de compra. A avaliação “talvez comprasse/talvez não comprasse”, apresentou os percentuais 35, 27, 28 e 30%, para as temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente.

Na Figura 4.30 se tem a intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

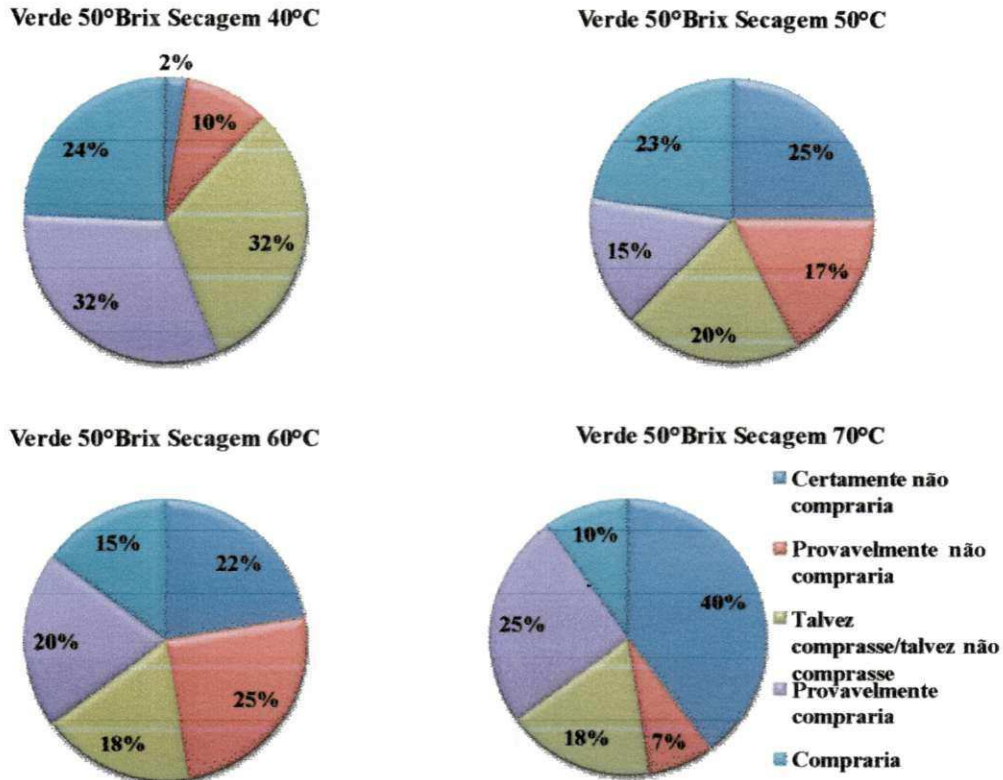
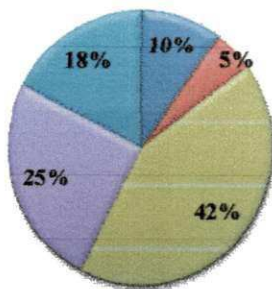


Figura 4.30- Intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação verde, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação ar

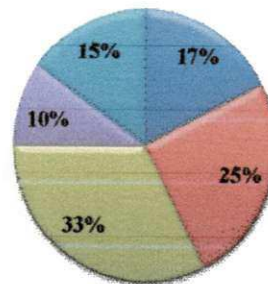
A maior intenção de compra foi avaliada pelos provadores como sendo para a goiaba-passa seca na temperatura de 40 °C e o tratamento que causou a maior rejeição foi direcionada para a passa obtida na secagem de 70 °C.

Na Figura 4.31 constata-se intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

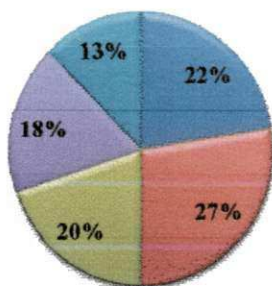
Madura 40°Brix Secagem 40°C



Madura 40 °Brix Secagem 50°C



Madura 40°Brix Secagem 60°C



Madura 50°Brix Secagem 70°C

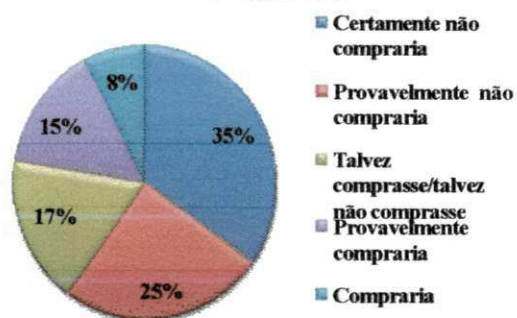


Figura 4.31- Intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 40 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

Pode-se observar que a passa obtida pelas secagens de 40 e 50 °C obteve porcentagens 42 e 33% dos avaliadores, ao lhe atribuírem às notas “talvez comprasse/talvez não comprasse”, destacando-se os tratamentos de 60 e 70 °C com as avaliações de 22 e 35%, respectivamente, para a nota “provavelmente compraria”.

Na Figura 4.32 se encontra a intenção de compra da goiaba-passa na maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.

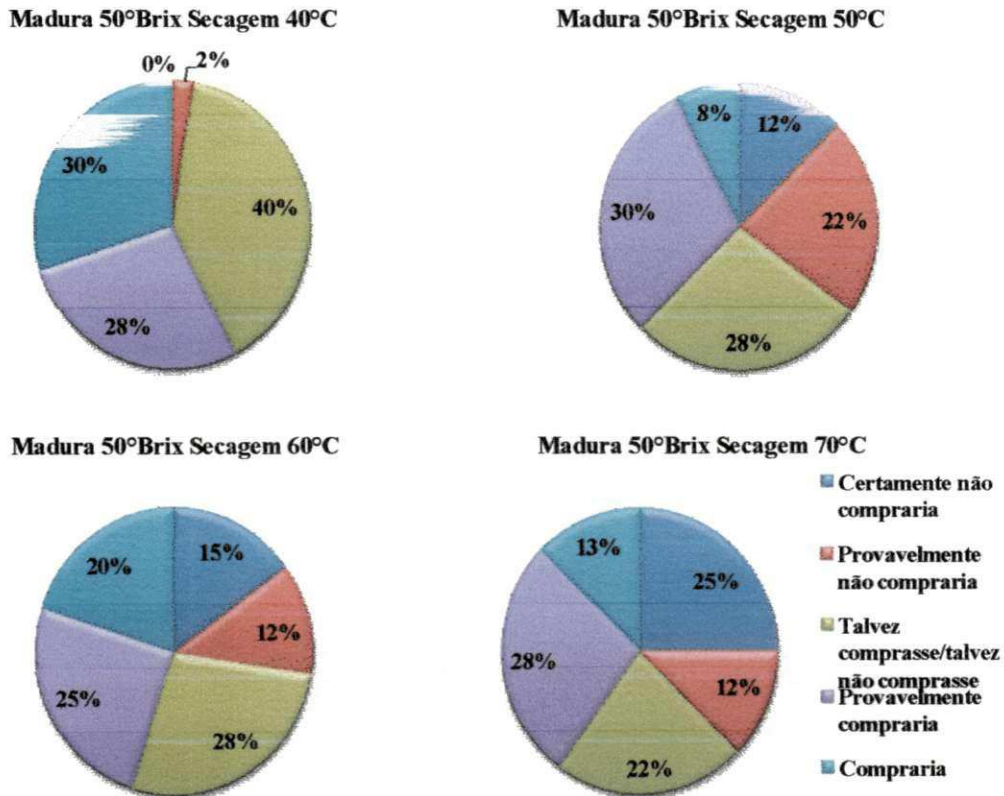


Figura 4.32- Intenção de compra da goiaba-passa no estágio de maturação madura, desidratada osmoticamente em solução de sacarose de 50 °Brix e seca nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar.

Quando se utilizaram as secagens de 40 e 60 °C, foram obtidas maiores percentuais (40 e 28%) de notas “talvez comprasse/talvez não comprasse”; para as secagens de 50 e 70 °C, os avaliadores julgaram que, provavelmente, comprariam com as porcentagens de 30 e 28%, respectivamente.

5.0- CONCLUSÕES

Nesta pesquisa experimental, através da qual se estudou a combinação de diferentes processos para obtenção da goiaba-passa, conclui-se:

Desidratação osmótica e secagem

Com o aumento da concentração da solução de sacarose ocorrem maior percentual de perda de massa e ganho de sólido das goiabas; goiabas maduras perdem massa e absorvem sólidos com maior intensidade que as goiabas verdes, até o tempo aproximado de 1600min; a partir deste ponto as goiabas verdes perdem massa e ganham sólidos acentuadamente, ultrapassando as goiabas maduras;

O tempo necessário para obtenção da passa com ponto considerado ótimo de textura, foi de 1670, 1410, 1290 e 1100 minutos para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente.

Os prétratamentos osmóticos não influenciaram os tempos de secagem.

O modelo que melhor se ajusta aos dados experimentais de secagem de goiaba prétratadas em solução de sacarose, é o de Page, em todas as temperaturas.

Cor

Ocorre um decréscimo de luminosidade (L^*) das goiabas verde "*in natura*" após a desidratação osmótica; a cor das goiabas tratadas em solução de sacarose a 50 °Brix é mantida após a secagem;

As amostras intensificaram a cor vermelha (a^*), após cada etapa do processamento;

A intensidade de amarelo (b^*) das goiabas após desidratação osmóticas, é mantida; após a secagem, as cores das goiabas tratadas com solução de 40 °Brix são mantidas próximo da cor "*in natura*" e, quando tratadas com 50 °Brix, ocorre redução da escala de cor;

Goiabas maduras mantêm a luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*) após cada etapa do processo, enquanto a intensidade de amarelo (b^*) após desidratação osmótica tende a diminuir e, após a secagem, ocorre elevação deste parâmetro;

O prétratamento osmótico em solução de sacarose e o processo de secagem promoveram alterações na cor das goiabas, ou seja, existe influência dos processos utilizados na cor do produto elaborado.

Características químicas e físico-químicas

O teor de água das amostras decresce à medida em que se aumentam a concentração da sacarose nas soluções osmóticas e o aumento da temperatura da secagem;

O pH das goiabas nos estádios verdes e maduras apresentou teores menores que 4,04, em todo o processo, para a obtenção da passa, consideradas alimentos ácidos;

Ocorre incremento da acidez à medida que diminui o teor de água das goiabas, ou seja, o teor de acidez das goiabas (verde e madura) dobra após a secagem;

Os sólidos solúveis das amostras aumentaram à medida em que os teores de água das goiabas diminuíram, isto é, ocorreu uma concentração desses sólidos, independente da concentração de sacarose utilizada;

Goiabas verdes após desidratação osmótica perdem vitamina C e, em seguida à secagem, ocorre uma concentração desse nutriente, sendo que amostras tratadas em solução de 40 °Brix conservaram melhor o teor; em goiabas maduras ocorrem acréscimo do teor de vitamina C após desidratação osmótica e perdas após a secagem;

As cinzas das goiabas verdes em todo o processo ("*in natura*", após desidratação osmótica e após secagem) foram maiores, em termos percentuais, do que em goiabas maduras;

Ocorre um incremento dos açúcares totais para os dois estádios de maturação a cada etapa do processo, ou seja, após desidratação osmótica e depois da secagem; após a secagem, o maior teor de Açúcares Totais foi para a goiaba madura tratada em solução de sacarose a 50 °Brix e seca a 70 °C, com média de 59,83%;

Ocorre um incremento nos açúcares redutores à medida em que diminui o teor de água das goiabas, nos dois estádios de maturação, praticamente duplicando esses percentuais após a secagem;

Após a desidratação osmótica ocorre um aumento da concentração dos açúcares não redutores em decorrência da imersão das goiabas em solução de sacarose. Após a secagem ocorre uma concentração maior desses açúcares.

Atributos de textura

Goiabas verdes tratadas em solução de sacarose a 50 °Brix e seca a 70 °C foi a passa que apresentou maior resistência ao corte, sendo necessários 564N; a goiaba passa mais macia foi a obtida da goiaba madura tratada com solução de sacarose a 40 °Brix e seca a 40 °C, com força de corte requerida de 421N;

Goiabas passas verdes requisitaram maior força para romper 80% das fibras, sendo a maior força solicitada para romper as fibras de goiaba verde prétratada em solução osmótica de 50 °Brix e seca a 70 °C, que foi 98N; a menor força exigida foi para romper as fibras de goiaba-passa madura obtida em solução osmótica de 40 °Brix e seca a 40 °C, de 30N;

Goiabas-passa verdes obtidas em solução osmótica de sacarose a 50 °Brix e seca a 70 °C solicitaram a maior força de resistência, 555N, para comprimir 80% da amostra; a menor força de compressão foi verificada para goiaba-passa madura obtida em solução osmótica de 40 °Brix e seca a 40 °C;

As amostras mais macias foram obtidas nas temperaturas de 40 °C independente da maturação, e influenciadas pela solução osmótica na qual estiveram imersa. As amostras mais duras (menos macia) foram aquelas que sofreram secagem a 70 °C,

sendo tanto mais duras quanto maior foi a concentração de sacarose da solução osmótica submetida ao prétratamento osmótico.

Análise sensorial

Para os dois estádios de maturação de goiaba-passa as amostras mais aceitas foram as que obtiverem o maior percentual para a intenção de compra; são elas: a goiaba-passa verde obtida em solução osmótica de 50 °Brix e seca a 40 °C, e a goiaba-passa madura desidratada osmoticamente a 50 °Brix e seca a 50 e 70 °C, respectivamente. As passas com maior rejeição foram as passas de goiaba verde desidratada osmoticamente em solução de sacarose a 40 °Brix e seca a 70 °C e a passa de goiaba madura prétratada em solução osmótica de sacarose a 40 °Brix e seca a 70 °C.

6.0- SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Realizar Microscopia eletrônica de varredura;
- ✓ Utilizar diferentes agentes de desidratação (açúcar invertido e maltose);
- ✓ Utilizar vácuo durante a desidratação osmótica;
- ✓ Utilizar novas temperaturas de desidratação osmótica;
- ✓ Novas concentrações de sacarose;
- ✓ Realizar planejamento experimental e otimização de processos;
- ✓ Realizar secagens em diferentes secadores e com novas temperaturas.

7.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKPINAR, E.K.; BICER, Y.; YILDIZ, C. Thin layer drying of red pepper. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.99-104, 2003.

ALEXANDRE, H. V.; GOMES, J. P.; NETO, A. L. B.; SILVA, F. L. H.; ALMEIDA, F. A. C. Cinética de secagem de abacaxi cv pérola em fatias. **Revista Brasileira de Produtos Agrícolas**, v.11, n.2, p.123-128, 2009.

ALLAEDDINI, B.; DJOMEH, Z. E. Formulation and quality improvement of dried kiwifruit slices using an osmotic pre-treatment. **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**. São Paulo, Brazil. V.C, p.2127-2132, 2004.

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**, Campina Grande, v.1, n.1, p. 65-76, jan/fev. 2007.

ARGANDOÑA, E. J. S.; NISHIYAMA, C.; HUBINGER, M. D. Qualidade final de melão osmoticamente desidratado em soluções de sacarose com adição de ácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 37, n. 12, p. 1803-1810, dez. 2002.

* ARGANDOÑA, E. J. S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. 175p. 2005, Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

AZONDANLOU, R.; DARBELLAY, C.; LUISIER, J.L.; VILLETZAZ, J.C., AMADÓ, R. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 2, p. 167-172, 2004.

AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X. Optimisation of osmotic dehydration of cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.) in sugar solutions. **Food Science and Technology International**, v. 9, n. 6, p. 427-433, 2003.

AZZOUZ, S.; GUIZANI, A.; JOMAA, W.; BELGHITH, A. Moisture diffusivity and drying kinetic equation of convective drying of grapes. **Journal of Food Engineering**, v.55, p.323- 330, 2002.

BOURNE, M. **Food texture and Viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press. 2002, 427p.

BRASIL, I.M.; GUIMARAES, A.C.L. **Curso de especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpas tropicais: Química e bioquímica do processamento**. Brasília, DF: ABEAS, 1998. v. 5. p.109.

CALVO, C. Atlas de color: fundamentos y aplicaciones. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 29, n. 1, p. 15-29, 1989.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em de alimentos**. Heloisa Márcia Cecchi.-2º. ed.rev. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003, 207 p.

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G.; AYALA, A.; FITO, P. Changes in mechanical properties throughout osmotic process: Cryoprotectant effect. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p.129-135 2001.

CHITARRA, M.L.F; CHITARRA, A.B. **Pós – colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2º. Ed. rev. e ampl. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.

CHOUDHURY, M. M. **Goiaba: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 45 p.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. 148f, 2006. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

CRANK, J. **Mathematics of diffusion**. 2ed., Clarendon Press Oxford, 1975, 414 p.

DALLA ROSA, M.; GIROUX, F. Osmotic treatments and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 2, p. 223-236, 2001.

EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya L.*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 23, n. 1, p.17, jan/abr 2003.

ELIAS, N. F.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; DIONELO, R. G.; QUEIROZ, V. A. V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido a desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência tecnologia de alimentos**. Campinas, v.28, n.2 p.322-328, 2008.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 13(2): 76-81, 2006.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. Andrei editora S.A., São Paulo. 3ed. 1977.

FAVA, A.R. FEA é a referência em melhoria de alimentos. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2004/ju249pag4a.html>

FEILLET, P.; AUTRAN, J.C.; VERNIÈRE, C.I. Pasta brownness: an assessment. **Journal of Cereal Science**, v.32, p.215-233, 2000.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. de V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. manual: série qualidade**. Campinas, SBCTA, 2000. 127p

* FIOREZE, R. – **Princípios de secagem de produtos biológicos** – João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2004. 229 p. ISBN 85-237-0454-0.

GIANGIACOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E.; Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and**

Preservation, Westport, v. 11, n.3, p. 183 –195, 1987. **Jornal da Unicamp**. Acesso em: 27/10/2009.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos Biológicos**. V. 4, n. 2, p. 124-134, maio a agosto de 2008.

GREENSMITH, M. **Practical dehydration**. 2 ed. CRC Press: Flórida, 1998.

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory. I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v.6, n.3 p.169-174, 1961.

HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of papaya: influence on the product quality. **Science des Aliments**, v. 10, p. 831-848, 1990.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J. ; HOJO, E. T. D.; VEIGA, R. D.; PAGLIS, C. M.; LIMA, L. C. O. Produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Pedro Sato' submetida a diferentes épocas de poda. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.3, p.357-362, mar. 2007.

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

KHIN, M. M.; ZHOU W.; YEO S. Y. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. **Journal of Food Engineering**, Singapura. V.81, p. 514-522, dez. 2006.

KINGSLY, R. P.; GOYAL, R. K.; MANIKANTAN, M. R.; ILYAS, S. M. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. **International Journal of Food Science & Technology**, v.42 (1), p. 65-69, 2007.

KUROZAWA, L. E.; EL AOUAR, A. R.; MURR, F. E. Obtenção de Isotermas de dessorção de Cogumelo in natura e Desidratado

osmoticamente. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 2005, vol.25, n.4, p. 828-834. ISSN 0101-2061.

LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; JAOUHARI, J.T. Drying kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). *Journal of Food Engineering*, London, n.61, p.173-179, 2004.

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. *Drying Technology*, v.14, n.2, p. 391-413, 1996.

LERICI, C. R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *Journal of Food Science*, v.50, p. 1217-1226, 1985.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; NETO, L. G. Caracterização de frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP. V.24, n. 1, p. 273-276, abr. 2002

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W. ; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. v. 24, n. 2, Abr/jun 2004.

MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SANTOS, P. H. M. Técnica aumenta tempo de conservação da goiaba. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 4, p. 11, 2002.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. *Fruticultura tropical: 6. Goiaba*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374 p.

MARTIM, N. S. P. P.; WASZCZYNSKYJ, N.; MASSON, M. L. Cálculo das variáveis na desidratação osmótica de manga CV. Tommy Atkins. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n. 6, p. 1755-1759, 2007.

MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. Efeito das condições de desidratação osmótica de passa de caju-do-cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(supl.); p. 158-165, dez. 2008.

MASTRANTONIO, S. D. S.; PEREIRA, L. M.; HUBINGER, M. D. Mass transfer and diffusion coefficient determination in osmotically dehydrated guavas. **15th International Drying Symposium (IDS 2006)**, Budapest, Hungary, 20-23 August, p.860-870, 2006.

MEDINA, J. C. Cultura. In: Série Frutas Tropicais. **Goiaba da Cultura ao Processamento e Comercialização**. Campinas: Ed. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1978. v. 6, cap. I, p. 5-45.

MEGALE, J. **Influência do estágio de maturação e da condição de armazenagem em parâmetros sensoriais, químicos e microbiológicos de manga, cultivar Palmer, semiprocessada**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A new model for single-layer drying. **Drying Technology**, Philadelphia, v.20, n.7, p.1503–1513, 2002.

MINIM, Valéria Paula Rodrigues. **Análise sensorial: estudo com consumidores - Viçosa**: Ed. UFV, 2006. 225p.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. MINOLTA Co. Ltd., 1994.

MIZRAHI, S.; EICHLER, S.; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 87-96, 2001.

MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**. p.513-518, 2005.

MONTERO, E. S. C. **Textura de Alimentos**. Chile: Universidad de Chile, 1999, 235p. Disponível em:

<http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/castroe09/>. Acesso em: 12 dez. 2010.

MORRETI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Sebrae, 2007. 531p.

MOURA, R. S. F. **Estudo da cinética de secagem de caju (*Anacardium occidentale* L.) em secador de leito fixo**. 80f, 2001. Dissertação (Mestrado em Eng. Agrícola). DEAg/UFPB. Campina Grande - PB.

MUJUMDAR, A. S.; MENON, A. S. Drying of solids, principles, classification and selection of dryers. **Handbook of Industrial Drying**. 2 ed. Marcel Dekker: New York, p. 1-39, 1995.

NICOLETI, J. F.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N. Air-drying of fresh and osmotically pré-treated pineapple slices: fixed air temperature versus fixed slice temperature drying kinetics. **Drying Technology**, v.19, p.2175-2191, 2001.

OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PARK, K. J. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.26, n.1, p. 181-189, 2006.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. ed. v.1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p. ISBN 9788536304366.

PAGE, G.E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers**. 1949. 54f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola), Mechanical Engineering Department. Lafayette, USA.

PANAGIOTOU, N.M.; KARATHANOS, V.T.; MAROULIS, Z.B. Mass transfer modeling of the osmotic dehydration of some fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 33, p. 267-284, 1998.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem da pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v.21, n.3, p.288-292, 2001.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JUNIOR, H. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: UNESP, 1986. 142 p.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CARDELLO, H. M. A. B.; HUNBINGER, M. DURPAS. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 23(3), p. 427-433, set/dez de 2003.

PEREIRA, L. M. **Influência da desidratação osmótica com aditivos na estrutura celular e na manutenção da qualidade de goiabas minimamente processadas**. 2006, 202p. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

PINTO, A. C. Q.; ANDRADE, S. R. M.; AMARO, A. A., GOMES, U. Mango industry in Brazil. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 645: **VII International Mango Symposium**, p. 37-50, 2004.

PIO, R.; VALE, M. R.; JUNQUEIRA, K. P.; RAMOS, J.D. **Cultura da Goiabeira**. Apostila de Fruticultura. Lavras-MG. Universidade Federal de Lavras, p.28. 2003.

POMMER, C. V.; MURAKAMI, K. R. N. A goiaba no mundo. **O agrônomo**, Campinas, p. 22-26, fev. 2006

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação osmótica por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, Out. de 2007.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5 (8), p.225-260, 1994.

REIS, K. C.; AZEVEDO, L. F.; SIQUEIRA, H. H.; FERRUA, F. Q. Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 781-785, mai/jun de 2007.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 1ª edição. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda. - Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p. ISBN: 85-212-0326-8.

RODRIGUES, M. E. A.; ALMEIDA, F. A. C.; GOUVEIA, J. P. G.; SILVA, M.M. Avaliação da temperatura e da velocidade do ar na secagem de goiaba. **Revista Brasileira de Produtos Agrícolas**, v.4, n.2, p.141-147, 2002.

RODRIGUES, A. C. C.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. **Journal of Food Engineering**, v. 59, n. 2-3, p. 129-135, 2003.

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

SEBRAE. **Goiabeira – Cultivo em condição irrigada**. 2ª Edição. Recife-PE. 2000.

SHARMA, S., K.; MULVANEY, S., J.; RIZVI, S., S., H. **Food Process Engineering – Theory and Laboratory Experiments**. John Wiley & Sons Publication, INC., Cornell University, Ithaca, NY, EUA, pp. 216-218, 2000.

SHUKLA, B.D.; SINGH, S.P. Osmo-convective drying of cauliflower, mushroom and greenpea. **Journal of Food Engineering**, Índia. v. 80, p. 741–747, setembro de 2007.

SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Revista Engenharia Agrícola**. v.30, n.5, p.967-973, set./out. 2010.

SOUZA, P. H. M.; MAIA, G.A; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA, A. C. R. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-sp, v.25, n.3, p.4141-416, dez. de 2003.

SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.29, n.5, pp. 1021-1028, 2005

SOUZA NETO, M. A. S.; SOUSA, P. H. P. Análise instrumentais para a segurança dos alimentos. In: BASTOS, M. S.R., **Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical. Banco do nordeste do Brasil, 2008. 438p. ISBN 978-85-7791-016-8.

STOLLE-SMITHS, T; BEEKHUIZEN, J.G., VORANGEN, A.G.J.; VAN DIJK,C. Preheating effects on the textural strength of canned green beans.1. Cell wall chemistry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,v. 48, n. 11, p. 5.269-5.277, 2000.

STRUMILLO, C.; KRUDA, T. *Drying: principles, applications and design*. Gordon and Beach Science Publishers: New York, 1986, 448p.

TAN, M.; CHUA, K. J.; MUJUNDAR, A. S.; CHOU, S. K. Effect of osmotic pre-treatment and infrared radiation on drying rate and color changes during drying of potato and pineapple. **Drying Technology**, v.19(9), p.2193-2207, 2001.

TODA A FUTA:

http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1380 Acesso em 20/10/09. Data Edição: 21/01/03 Fonte: Núcleo de Estudo – UFLA.

TORGUL, I. T.; PEHLIVAN, D. Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. **Journal of Food Engineering**, v.65, p. 413-425, 2004.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruits processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n.4, p. 247-255, 2001.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.

VALENTE, P. P. S. S. **Desidratação Osmótica E Secagem De Abacaxi (*Ananás Comosus (L.) Merrill*), Variedade Pérola**. 2007, 175p. Dissertação (Mestrado Engenharia e, alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

YALDIZ, O.; ERTEKIN, C.; UZUN, H. I. Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes. **Energy**, v.26, p.457-465, 2001.

VEGA, A.; FITO, P.; ANDRÉS, A.; LEMUS, R. Mathematical modeling of hot-air drying kinetics of red bell pepper (var. Lamuyo). **Journal of Food Engineering**, v.79 (4), p.1460-1466, 2007.

APÊNDICE A

(Dados referentes à cinética de desidratação osmótica em soluções de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix: perda de massa e ganho de sólidos da goiaba nos estádios de maturação verde e madura)

Tabela A1- Tempo, em minutos, e valores percentuais da perda de massa da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, imersa em solução de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix

Tempo	40 °Brix		50 °Brix	
	Verde	Madura	Verde	Madura
0	0	0	0	0
15	2,37071429	4,29004194	4,504924739	5,350669174
45	4,88395978	7,65954111	7,37920991	8,446327485
90	7,06488251	10,5297048	10,57012424	11,8725261
150	9,70109874	14,2171948	14,56161743	16,18905899
240	12,6390851	18,0993789	18,60162072	21,16652167
480	17,3239139	24,6832251	25,71354577	29,77746439
960	23,3152554	34,9880402	31,31939356	39,25042559
1200	26,2698352	38,760273	32,10713719	42,05250246
2400	28,0912352	51,718	30,68009737	45,81054061

Tabela A2- Tempo, em minutos, e valores de ganho de sólidos da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, imersas em solução de sacarose, nas concentrações de 40 e 50 °Brix

Tempo	40 °Brix		50 °Brix	
	Verde	Madura	Verde	Madura
0	0	0	0	0
15	0,38674077	0,62526236	0,383654936	0,761836999
45	0,77764158	1,08141855	0,611617167	1,168272962
90	1,10198167	1,44804071	0,850809442	1,591882277
150	1,4768161	1,89202126	1,131254936	2,090006468
240	1,87388526	2,32948354	1,395886695	2,62034282
480	2,46590275	3,00910584	1,820412876	3,441752911
960	3,15747442	3,93974319	2,122630901	4,228040103
1200	3,47435512	4,24585609	2,163043777	4,440523933
2400	3,66241786	5,18141289	2,089475536	4,712677878

APENDICE B

(Dados referentes à análise de variância dos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) das goiabas nos estádios de maturação verde e madura, “*in natura*”, após desidratação osmótica nas soluções de 40 e 50 °Brix de sacarose e após secagem nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C

Tabela B1 - Análise de variância do parâmetro luminosidade (L^*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura “*in natura*”

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	362.54827	362.54827	68.6896 **
Resíduos	4	21.11227	5.27807	
Total	5	383.66053		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B2 - Análise de variância do parâmetro luminosidade (L) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	798.07042	266.02347	17.3727 **
Resíduos	8	122.50187	15.31273	
Total	11	920.57229		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B3 - Análise de variância do parâmetro luminosidade (L^*) de goiaba no estádio de maturação verde, após secagem

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	1949.02156	278.43165	22.4941 **
Resíduos	16	198.04793	12.37800	
Total	23	2147.06950		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B4 - Análise de variância do parâmetro luminosidade (L^*) de goiaba no estádio de maturação madura, após secagem

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	212.69232	30.38462	61.1473 *
Resíduos	16	7.95053	0.49691	
Total	23	220.64285		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B5 - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	281.26107	281.26107	266.3289 **
Resíduos	4	4.22427	1.05607	
Total	5	285.48533		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela B6** - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	839.89790	279.96597	96.8514 **
Resíduos	8	23.12540	2.89067	
Total	11	863.02330		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela B7** - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estádio de maturação verde após secagem.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	896.49820	128.07117	26.6664 **
Resíduos	16	76.84333	4.80271	
Total	23	973.34153		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela B8** - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estádio de maturação madura após secagem

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	208.18456	29.74065	66.4323 **
Resíduos	16	7.16293	0.44768	
Total	23	215.34750		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B9 - Análise de variância do parâmetro intensidade de amarelo (b*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	66.06802	66.06802	194.7951 **
Resíduos	4	1.35667	0.33917	
Total	5	67.42468		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B10 - Análise de variância do parâmetro intensidade de amarelo (b*) de goiaba nos estádios de maturação verde e madura após desidratação osmótica

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	131.52723	43.84241	15.5448 **
Resíduos	8	22.56313	2.82039	
Total	11	154.09037		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B11 - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estágio de maturação verde, após secagem

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	439.09760	62.72823	32.3924 **
Resíduos	16	30.98413	1.93651	
Total	23	470.08173		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela B12 - Análise de variância do parâmetro intensidade de vermelho (a*) de goiaba no estágio de maturação madura, após secagem

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	120.95630	17.27947	21.9609 **
Resíduos	16	12.58927	0.78683	
Total	23	133.54556		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

APÊNDICE C

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico-química da goiaba nos estádios de maturação verde e madura “*in natura*”)

Tabela C1 - Análise de variância do teor de água da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.00048	0.00048	2.9403 ns
Resíduos	4	0.00 066	0.00016	
Total	5	0.00114		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela C2 - Análise de variância do pH da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.02667	0.02667	400.0000 **
Resíduos	4	0.00027	0.00007	
Total	5	0.02693		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela C3 - Análise de variância da acidez da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura".

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.00621	0.00621	41.8999 **
Resíduos	4	0.00059	0.00015	
Total	5	0.00680		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela C4 - Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	1.50000	1.50000	112.5000 **
Resíduos	4	0.05333	0.01333	
Total	5	1.55333		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela C5 - Análise de variância das cinzas goiaba nos estádios de maturação verde e madura "*in natura*"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.00008	0.00008	0.2287 ns
Resíduos	4	0.00141	0.00035	
Total	5	0.00149		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela C6** - Análise de variância do açúcar total da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "*in natura*"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.73640	0.73640	110.1956 **
Resíduos	4	0.02673	0.00668	
Total	5	0.76313		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela C7** - Análise de variância do açúcar redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "*in natura*"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.04932	0.04932	7.2912 ns
Resíduos	4	0.02706	0.00676	
Total	5	0.07638		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)**Tabela C8** - Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura "*in natura*"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0.36507	0.36507	58.3251 **
Resíduos	4	0.02504	0.00626	
Total	5	0.39010		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

APÊNDICE D

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico-química da goiaba nos estádios de maturação verde e madura, após tratamento em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix)

Tabela D1 - Análise de variância do teor de água da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	0.01585	0.00528	35.4758 **
Resíduos	8	0.00119	0.00015	
Total	11	0.01704		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D2 - Análise de variância do pH da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	0.00869	0.00290	19.3148 **
Resíduos	8	0.00120	0.00015	
Total	11	0.00989		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D3 - Análise de variância da acidez da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	0.47661	0.15887	480.2098 **
Resíduos	8	0.00265	0.00033	
Total	11	0.47925		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D4 - Análise de variância do °Brix da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	185.28000	61.76000	975.1579 **
Resíduos	8	0.50667	0.06333	
Total	11	185.78667		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D5 - Análise de variância das cinzas da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	1.04574	0.34858	199.5405 **
Resíduos	8	0.01398	0.00175	
Total	11	1.05972		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D6 - Análise de variância do açúcar total da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução, de sacarose a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	82.34896	27.44965	111.7165 **
Resíduos	8	1.96567	0.24571	
Total	11	84.31463		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D7 - Análise de variância do açúcar redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	22.96673	7.65558	137.5974 **
Resíduos	8	0.44510	0.05564	
Total	11	23.41183		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela D8 - Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba nos estádios de maturação verde e madura com tratamento preliminar em solução de sacarose, a 40 e 50 °Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	3	36.19584	12.06528	43.9451 **
Resíduos	8	2.19643	0.27455	
Total	11	38.39227		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

APÊNDICE E

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico - química da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar, a 40, 50, 60 e 70 °C)

Tabela E1 - Análise de variância do teor de água da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.13251	0.01893	59.4672 **
Resíduos	16	0.00509	0.00032	
Total	23	0.13760		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E2 - Análise de variância do pH da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.19693	0.02813	116.4138 **
Resíduos	16	0.00387	0.00024	
Total	23	0.20080		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E3 - Análise de variância da acidez da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	1.21873	0.17410	226.7723 **
Resíduos	16	0.01228	0.00077	
Total	23	1.23101		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

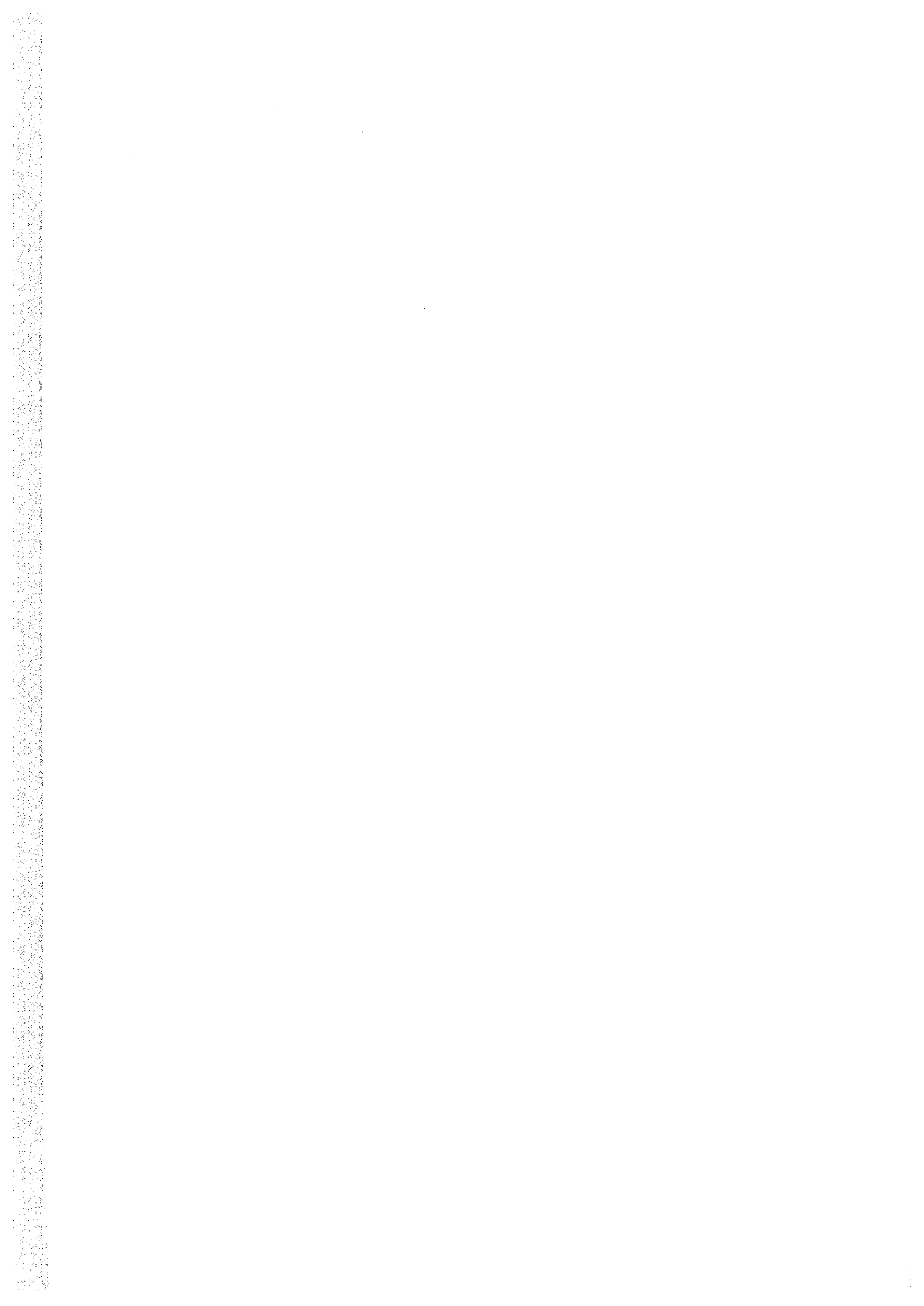


Tabela E4 - Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	646.04005	92.29144	15.5179 **
Resíduos	16	95.15855	5.94741	
Total	23	741.19860		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E5 – Análise de variância das cinzas da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.47536	0.06791	15.7383 **
Resíduos	16	0.06904	0.00431	
Total	23	0.54440		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E6 - Análise de variância do açúcar total da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	1003.38784	143.34112	81.6915 **
Resíduos	16	28.07461	1.75466	
Total	23	1031.46245		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E7 - Análise de variância do açúcar redutor da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	63.18715	9.02674	36.2190 **
Resíduos	16	3.98762	0.24923	
Total	23	67.17477		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela E8 - Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba no estágio de maturação verde tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	1016.41176	145.20168	95.5776 **
Resíduos	16	24.30724	1.51920	
Total	23	1040.71900		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

APÊNDICE F

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico - química da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C)

Tabela F1 - Análise de variância do teor de água da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.04619	0.00660	10.4578 **
Resíduos	16	0.01010	0.00063	
Total	23	0.05629		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F2 - Análise de variância do pH da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.25845	0.03692	89.5065 **
Resíduos	16	0.00660	0.00041	
Total	23	0.26505		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F3 - Análise de variância da acidez da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	2.91828	0.41690	278.5118 **
Resíduos	16	0.02395	0.00150	
Total	23	2.94223		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F4 - Análise de variância dos sólidos solúveis da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	424.40408	60.62915	8.8957 **
Resíduos	16	109.04871	6.81554	
Total	23	533.45279		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F5 – Análise de variância das cinzas da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	0.36782	0.05255	55.6162 **
Resíduos	16	0.01512	0.00094	
Total	23	0.38294		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F6 - Análise de variância do açúcar total da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	642.87705	91.83958	29.2437 **
Resíduos	16	50.24792	3.14050	
Total	23	693.12497		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F7 - Análise de variância do açúcar redutor da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	145.26192	20.75170	84.6036 **
Resíduos	16	3.92450	0.24528	
Total	23	149.18642		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela F8 - Análise de variância do açúcar não redutor da goiaba no estágio de maturação madura tratada em solução de sacarose a 40 e 50 °Brix e secagem em estufa com fluxo de ar a 40, 50, 60 e 70 °C

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	7	401.72041	57.38863	19.3948 **
Resíduos	16	47.34341	2.95896	
Total	23	449.06383		

** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

APÊNDICE G

(Dados referentes ao experimento fatorial do teste de aceitação da análise sensorial e intenção de compra da goiaba passa nos estádios de maturação verde e madura, obtidas por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

Tabela G1– Experimento fatorial para o atributo sabor do teste de aceitação da análise sensorial da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, obtida por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Maturação(M)	1	0.90000	0.90000	0.6791 ns
Brix (B)	1	0.15625	0.15625	0.1179 ns
Secagem (S)	3	42.73750	14.24583	10.7496 **
M x B	1	2.75625	2.75625	2.0798 ns
M x S	3	2.71250	0.90417	0.6823 ns
B x S	3	4.28125	1.42708	1.0768 ns
M x B x S	3	2.60625	0.86875	0.6555 ns
Tratamentos	15	56.15000	3.74333	2.8246 **
Resíduo	629	826.95000	1.32524	
Total	639	883.10000		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Tabela G2 - Experimento fatorial para o atributo aroma do teste de aceitação da análise sensorial da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, obtida por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Maturação(M)	1	12.10000	12.10000	11.5973 **
Brix (B)	1	0.22500	0.22500	0.2157 ns
Secagem (S)	3	62.06875	20.68958	19.8300 **
M x B	1	5.25625	5.25625	5.0379 *
M x S	3	5.47500	1.82500	1.7492 ns
B x S	3	7.85000	2.61667	2.5079 ns
M x B x S	3	1.81875	0.60625	0.5811 ns
Tratamentos	15	94.79375	6.31958	6.0570 **
Resíduo	629	651.05000	1.04335	
Total	639	745.84375		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Tabela G3 - Experimento fatorial para o atributo aparência do teste de aceitação da análise sensorial da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, obtida por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Maturação(M)	1	4.22500	4.22500	3.7015 ns
Brix (B)	1	0.75625	0.75625	0.6625 ns
Secagem (S)	3	35.03750	11.67917	10.2321 **
M x B	1	8.55625	8.55625	7.4961 **
M x S	3	5.38750	1.79583	1.5733 ns
B x S	3	3.25625	1.08542	0.9509 ns
M x B x S	3	2.30625	0.76875	0.6735 ns
Tratamentos	15	59.52500	3.96833	3.4766 **
Resíduo	629	712.25000	1.14143	
Total	639	771.77500		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Tabela G4 - Experimento fatorial para o atributo cor do teste de aceitação da análise sensorial da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, obtida por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Maturação(M)	1	19.25156	19.25156	16.3681 **
Brix (B)	1	0.97656	0.97656	0.8303 ns
Secagem (S)	3	36.24219	12.08073	10.2713 **
M x B	1	4.38906	4.38906	3.7317 ns
M x S	3	10.40469	3.46823	2.9488 *
B x S	3	2.07969	0.69323	0.5894 ns
M x B x S	3	0.31719	0.10573	0.0899 ns
Tratamentos	15	73.66094	4.91073	4.1752 **
Resíduo	629	733.92500	1.17616	
Total	639	807.58594		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Tabela G5 - Experimento fatorial para intenção de compra da goiaba-passa nos estádios de maturação verde e madura, obtida por desidratação osmótica em solução de 40 e 50 °Brix de sacarose e secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, em estufa com circulação de ar

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Maturação(M)	1	0.03906	0.03906	0.0230 ns
Brix (B)	1	4.38906	4.38906	2.5886 ns
Secagem (S)	3	76.37969	25.45990	15.0157 **
M x B	1	11.82656	11.82656	6.9750 **
M x S	3	0.89219	0.29740	0.1754 ns
B x S	3	1.84219	0.61406	0.3622 ns
M x B x S	3	1.15469	0.38490	0.2270 ns
Tratamentos	15	96.52344	6.43490	3.7952 **
Resíduo	629	1058.02500	1.69555	
Total	639	1154.54844		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo