



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

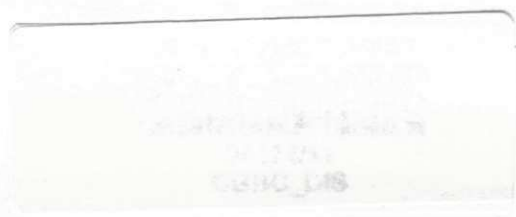
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO
E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

TÉCNICAS PARA OBTENÇÃO DE COCO DA BAHIA DESIDRATADO

DENISE SILVA DO AMARAL

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro, 2011





FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

F814q Amaral, Denise Silva do.

Técnicas para obtenção de coco da Bahia desidratado / Denise Silva do Amaral. — Campina Grande, 2011.

125 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. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata.

Referências.

1. Desidratação de Frutos. 2. Coco – *Cocos nucifera* L.. 3. Processamento. 4. Temperatura. 5. Sacarose. 6. Textura. I. Título.

CDU 631.563.2(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**

Denise Silva do Amaral

Técnicas para Obtenção de Tiras de Coco da Bahia Desidratado

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

Severina de Sousa
Dra. Severina Sousa – Examinadora

APROVADO

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

APROVADO

FEVEREIRO DE 2011

"Felicidade é ter algo que fazer, algo que amar, algo que esperar."

Aristóteles

***"Livros são os mais silenciosos e constantes amigos; os mais acessíveis e sábios
conselheiros; e os mais pacientes professores."***

Charles W. Elliot

*A Deus, por me ter encorajado,
fortalecido e iluminado para vencer
mais esta etapa.*

*A minha família, pelo amor,
dedicação e apoio irrestritos e
incondicionais.*

Agradecimentos

A **Deus**, por seu amor, bondade e fidelidade infinita, por estar sempre presente em minha vida, possibilitando mais uma vitória.

A **minha família**, mãe Marinalva, pai Aristeu e irmãos Darliane, Disalvio, Daniele e Deborah por toda ajuda, carinho e apoio incondicional.

Ao meu namorado, **Rubens**, por toda paciência e amor principalmente, até mesmo quando eu estava insuportável.

Ao meu amigo e irmão **Luís Gomes**, pela preciosa amizade, colaboração, força, palavras de consolo e incentivo em todos os momentos.

A **Universidade Federal de Campina Grande- UFCG**; pela oportunidade de cursar o mestrado e por tudo de bom que este título vem a proporcionar-me.

Ao **conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)** pela bolsa concedida.

Aos meus orientadores Dra. **Maria Elita** e Dr. **Mario Eduardo**, pela orientação e paciência.

A todos os **professores** do curso de mestrado pelos conhecimentos transmitidos, em especial a professora **Rossana Figueirêdo** e **Josivanda Gomes** pela sua atenção e carinho sempre que solicitado.

Ao **Instituto Federal do Ceará- IFCE de Limoeiro do Norte** pela concessão do laboratório de análise sensorial, onde foi possível a realização de parte deste trabalho.

Ao **Laboratório de Desenvolvimento Instrumentação Aplica**, o qual tem como responsável o Engenheiro Paulo de Almeida Farias, por todo apoio técnico na realização desta pesquisa.

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

A amiga de todos os momentos **Cleide**, me faltam palavras para lhe agradecer e dizer o quanto me ajudou sempre. Sou muito grata por tudo!

Ao professor **Dr. Wilton**, por todo o apoio e atenção.

A companheira de apartamento **Vanessa**.

A colega **Fernanda Sartor**, pelos momentos de descontração, de estudo e trabalhos que realizamos juntas.

A **Severina**, por todos os ensinamentos, troca de informações, apoio, motivação e ajuda nos momentos difíceis.

A Professora **Ana Paula**, por todas as vidrarias e agitadores emprestadas sempre que precisei.

A **Leila**, por ter me ouvido e discutido os resultados por tantas vezes.

Ao meu novo amigo **Taciano**, pessoa que aprendi a gostar, confiar, conviver e que me ajudou na realização de todo o experimento, obrigada por todo trabalho, esforço, dedicação e companheirismo nos dias e noites pelo bloco CZ.

Aos **colegas do mestrado** pela convivência, amizade, apoio e ajuda durante o curso e em especial aos que sempre estavam ajudando-me na realização do experimento (**Flávio, Tatiana, Rebeca, Gilmara, Mônica, Plúvia**).

Ao **Luizinho, Jasiel, Renato, Aparecida, Elaine** e demais funcionários que colaboraram, direta ou indiretamente, com a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xviii
RESUMO	xxv
ABSTRACT	xxvi
01 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo geral	2
1.2 – Objetivos específicos	2
02 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 – Descrição botânica do coco	5
2.1.1 – Variedade gigante	5
2.1.2 – Variedade anã	6
2.1.3 – Variedade híbrida	7
2.2 – O coco	7
2.3 – Desidratação osmótica	9
2.4 – Secagem	12
2.4.1 – Secagem natural	13
2.4.2 – Secagem artificial	13
2.4.2.1 – Secagem a baixa temperatura	14
2.4.2.2 – Secagem a alta temperatura	14
2.4.3 – Períodos de secagem	14
2.4.3.1 – Primeiro período	15
2.4.3.2 – Período de taxa de secagem constante	16
2.4.3.3 – Período de taxa de secagem decrescente	16
2.4.4 – Cinética de secagem	17
2.4.4.1 – Modelos	17
2.5 – Características físico-químicas	18

2.5.1 – Acidez titulável.....	19
2.5.2 – pH.....	19
2.5.3 – Sólidos solúveis (°Brix)	20
2.5.4 – Cinzas.....	20
2.5.5 – Atividade de água.....	20
2.5.6 – Teor de água.....	21
2.5.7 – Açúcares totais.....	22
2.6 – Avaliação Instrumental de textura.....	22
2.7 – Análise sensorial.....	24
3.0 – MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 – Processamento.....	28
3.1.1 – Matéria-prima.....	28
3.1.2 – Seleção.....	28
3.1.3 – Higienização.....	28
3.1.4 – Descascamento.....	29
3.1.5 – Despeliculamento.....	29
3.1.6 – Corte em tiras.....	29
3.2 – Desidratação Osmótica.....	30
3.2.1 - Perda de água.....	31
3.2.2 – Perda de massa.....	32
3.2.3 – Ganho de sólidos.....	32
3.3 – Cinética de secagem.....	34
3.4 – Embalagem	36
3.5 – Características físico-químicas.....	36
3.5.1 – Acidez.....	36
3.5.2 – pH.....	36
3.5.3 – Sólidos solúveis totais (°Brix).....	36
3.5.4 – Atividade de água.....	37
3.5.5 – Teor de água.....	37
3.5.6 – Cinzas.....	37
3.5.7 – Açúcares totais.....	38
3.5.8 – Análise estatística.....	38

3.6 – Avaliação instrumental de Textura.....	38
3.6.1 – Avaliação da Ruptura de fibras.....	39
3.6.2 – Avaliação da Firmeza.....	39
3.6.3 - Resistência à Tração.....	39
3.7- Análise sensorial.....	40
4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 – Cinética de desidratação osmótica.....	43
4.2 – Cinética de secagem.....	48
4.2.1 – Cinética de secagem para o coco semimaduro.....	48
4.2.2 – Cinética de secagem para o coco maduro.....	61
4.3 - Avaliação físico-química.....	73
4.3.1 – Avaliação físico-química do coco semimaduro e maduro “ <i>in natura</i> ”.....	73
4.3.2- Avaliação físico-química das tiras do coco semimaduro e do coco maduro desidratado osmoticamente a 25, 35 e 45 °Brix....	75
4.3.3- Avaliação físico-química do coco semimaduro e maduro seco nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45°Brix.....	78
4.4 – Avaliação Instrumental do Atributo de Textura.....	84
4.4.1 – Avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco Semimaduro.....	84
4.4.2 – Avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco maduro.....	86
4.5 – Análise sensorial.....	90
4.5.1 – Avaliação da Intenção de compra.....	90
4.5.1.1 – Coco semimaduro.....	90
4.5.1.2 – Coco maduro.....	93
4.5.2 – Avaliação da Aceitação.....	96
4.5.2.1 - Avaliação da aceitação para o coco semimaduro	96
4.5.2.2- Avaliação da aceitação para o coco maduro.....	103
5.0 – CONCLUSÕES.....	107

6.0 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	110
7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
APÊNDICE A.....	125
APÊNDICE B.....	127
APÊNDICE C.....	131
APÊNDICE D.....	134
APÊNDICE E.....	137
APÊNDICE F.....	140
APÊNDICE G.....	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Coco (<i>Cocos nucifera</i> Linn).....	9
Figura 2.2	Transferência de massa em contra corrente.....	10
Figura 2.3	Curvas típicas de secagem.....	15
Figura 3.1	Etapas do processo de obtenção, caracterização e análise sensorial dos cocos desidratado.....	27
Figura 3.2	Coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) nos dois estádios de maturação(a) coco semimaduro e (b) coco maduro.....	28
Figura 3.3	Processamento dos Cocos antes da desidratação osmótica (a) Corte em tiras (b) Remoção do excesso de água após lavagem.....	30
Figura 3.4	Etapas da desidratação osmótica (a) Pesagem das tiras (b) Preparo do xarope (c) Amostras em câmaras com temperatura controlada para início da desidratação.....	31
Figura 3.5	Determinação da matéria seca (a) Tiras de coco antes de serem levadas a estufa (b) Estufa utilizada no experimento (c) Amostras após 24 horas em estufa a 105°C.....	33
Figura 3.6	Secador de bandejas Polidryer PD-25, para desidratação de frutas.....	34
Figura 3.7	Determinador de Atividade de água (a) Dessecador com as amostras de coco (b) Cápsula contendo amostras de coco semimaduro.....	37
Figura 3.8	Probes utilizados na análise instrumental de textura (a) Avaliação da ruptura de fibras,(b) Avaliação da firmeza , (c) Teste de resistência a tração.....	39
Figura 3.9	Teste de análise sensorial (a) Cabines prontas para os provadores realizarem o teste (b) provador realizando a análise sensorial.....	41
Figura 3.10	Formulário utilizado na análise sensorial para o teste de aceitação e intenção de compra dos cocos desidratados.....	42
Figura 4.1	Perda de água do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose.....	43

	25, 35 e 45 °Brix.	
Figura 4.2	Perda de massa do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose 25, 35 e 45 °Brix.	44
Figura 4.3	Ganho de sólidos do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.	45
Figura 4.4	Perda de água do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose 25, 35 e 45 °Brix.....	45
Figura 4.5	Perda de massa do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.....	47
Figura 4.6	Ganho de sólidos do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.....	47
Figura 4.7	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	49
Figura 4.8	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	50
Figura 4.9	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	50
Figura 4.10	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	52
Figura 4.11	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento	53

	osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	
Figura 4.12	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	53
Figura 4.13	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	56
Figura 4.14	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	56
Figura 4.15	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	57
Figura 4.16	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	58
Figura 4.17	Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	59
Figura 4.18	Curvas de secagem do coco semi- maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	60
Figura 4.19	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo	62

	modelo matemático de Hederson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	
Figura 4.20	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Hederson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	62
Figura 4.21	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	63
Figura 4.22	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	65
Figura 4.23	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	65
Figura 4.24	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	66
Figura 4.25	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	68
Figura 4.26	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	68
Figura 4.27	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo	69

	modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	
Figura 4.28	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	70
Figura 4.29	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	71
Figura 4.30	Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	71
Figura 4.31	Valores obtidos para a análise de firmeza do coco semimaduro desidratado.....	85
Figura 4.32	Valores obtidos para a análise de ruptura de fibras do coco semimaduro desidratado.....	85
Figura 4.33	Valores obtidos para a análise de resistência a tração do coco semimaduro desidratados.....	86
Figura 4.34	Valores obtidos para a análise de firmeza do coco maduro desidratado.....	87
Figura 4.35	Valores obtidos para a análise de ruptura de fibras do coco maduro desidratado.....	87
Figura 4.36	Valores obtidos para a análise de resistência a tração do coco maduro desidratado.....	88
Figura 4.37	Percentual de intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	91
Figura 4.38	Percentual de intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 35 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas	92

	com nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	
Figura 4.39	Percentual de intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	93
Figura 3.40	Tiras de coco maduro desidratado com tratamento preliminar a 25°Brix e secagem a 50°C (a) e 60°C (b)	94
Figura 4.41	Percentual de intenção de compra do coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C.....	95
Figura 4.42	Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25°Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	101
Figura 4.43	Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 35°Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	102
Figura 4.44	Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	102
Figura 4.45	Comparação do perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	103
Figura 4.46	Perfil sensorial do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 70°C.....	105
Figura 4.47	Comparação do perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de	105

sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 50, 60 e 70°C e maduro as mesmas condições de tratamento prévio e somente secagem a 70°C.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Composição nutricional de 100 gramas de coco (<i>Cocos nucifera</i> Linn) em estágios de maturação de diferente.....	9
Tabela 3.1	Dimensões em mm dos cocos processados nos dois estádios de maturação (semimaduro e maduro).....	30
Tabela 4.1	Parâmetros de ajuste do modelo de Henderson e Pabis (a e k), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	51
Tabela 4.2	Parâmetros de ajuste do modelo de Midilli (a, k, c, n e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	55
Tabela 4.3	Parâmetros de ajuste do modelo de Page (k e n), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	57
Tabela 4.4	Parâmetros de ajuste do modelo de Thompson (a e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	60
Tabela 4.5	Parâmetros de ajuste do modelo de Henderson e Pabis (a e k), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	64
Tabela 4.6	Parâmetros de ajuste do modelo de Midilli (a, k, n e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	67

Tabela 4.7	Parâmetros de ajuste do modelo de Page (k e n), coeficiente de determinação (R ²) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	69
Tabela 4.8	Parâmetros de ajuste do modelo de Thompson (a e b), coeficiente de determinação (R ²) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	72
Tabela 4.9	Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro e maduro “ <i>in natura</i> ”.....	74
Tabela 4.10	Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro e maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix.....	77
Tabela 4.11	Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	80
Tabela 4.12	Valores médios da caracterização físico-químicas do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	82
Tabela 4.13	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência e Cor do teste de aceitação de pedaços de coco semimaduro desidratado.....	96
Tabela 4.14	Médias dos fatores Brix e temperatura de secagem para os parâmetros: Sabor, Aroma, Aparência, Cor, dos pedaços de coco semimaduro desidratado.....	97
Tabela 4.15	Desdobramento da interação entre Brix e temperatura para o parâmetro Aroma dos pedaços de coco semimaduro desidratado.	98
Tabela 4.16	Desdobramento da interação entre Brix e temperatura para o	98

	parâmetro Cor dos pedaços de coco semimaduro desidratado.....	
Tabela 4.17	Média das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (Sabor, aroma, aparência e cor) de coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix, seguido de secagem em secador de bandejas com nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	100
Tabela 4.18	Média das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais (Sabor, aroma, aparência e cor) de coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix, seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 70°C.....	106
Tabela A1	Tempo ,em minutos, e valores percentuais da perda de água, perda de peso e ganho de sólidos do coco semimaduro desidratado em soluções de sacarose com concentrações de 25, 35 e 45°Brix.	126
Tabela A2	Tempo ,em minutos, e valores percentuais da perda de água, perda de peso e ganho de sólidos do coco maduro desidratado em soluções de sacarose com concentrações de 25, 35 e 45°Brix.	126
Tabela B1	Tempo, em minutos, e Razão de umidade do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a 50, 60 e 70°C.....	128
Tabela B2	Tempo, em minutos, e Razão de umidade do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	129
Tabela C1	Análise de variância do teor de água no coco semimaduro e maduro “ <i>in natura</i> ”.....	132
Tabela C2	Análise de variância do pH no coco semimaduro e maduro “ <i>in natura</i> ”.....	132
Tabela C3	Análise de variância da acidez no coco semimaduro e maduro	132

	<i>"in natura"</i>	
Tabela C4	Análise de variância do °Brix no coco semimaduro e maduro <i>"in natura"</i>	132
Tabela C5	Análise de variância das cinzas no coco semimaduro e maduro <i>"in natura"</i>	132
Tabela C6	Análise de variância da Aw (25°C) no coco semimaduro e maduro <i>"in natura"</i>	133
Tabela C7	Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro e maduro <i>"in natura"</i>	133
Tabela D1	Análise de variância do teor de água no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix	135
Tabela D2	Análise de variância do pH no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix.....	135
Tabela D3	Análise de variância da acidez no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix	135
Tabela D4	Análise de variância do °Brix no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix	135
Tabela D5	Análise de variância das cinzas no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix	136
Tabela D6	Análise de variância da Atividade de água (25°C) no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix.....	136
Tabela D7	Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix.....	136
Tabela E1	Análise de variância do teor de água no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de	138

	bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	
Tabela E2	Análise de variância do pH no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas a 50, 60 e 70°C.....	138
Tabela E3	Análise de variância da acidez no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	138
Tabela E4	Análise de variância do °Brix no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.	138
Tabela E5	Análise de variância das cinzas no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	139
Tabela E6	Análise de variância da Atividade de (25°C) no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	139
Tabela E7	Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	139
Tabela F1	Análise de variância do teor de água no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	141
Tabela F2	Análise de variância do pH no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.	141

Tabela F3	Análise de variância da acidez no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	141
Tabela F4	Análise de variância do °Brix no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	141
Tabela F5	Análise de variância das cinzas no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	142
Tabela F6	Análise de variância da Atividade de água (25°C) no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.	142
Tabela F7	Análise de variância do açúcar total no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.....	142
Tabela G1	Análise de variância para o atributo sabor do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 70°C.	144
Tabela G2	Análise de variância para o atributo aroma do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 70°C.	144
Tabela G3	Análise de variância para o atributo aparência do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a	144

25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 70°C.....

Tabela G4

Análise de variância para o atributo cor do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 70°C.....

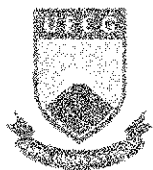
145



RESUMO

A indústria de frutas desidratadas vem crescendo no mundo inteiro nos últimos anos e apresenta um enorme potencial a ser explorado no Brasil. No sentido de caminhar em consonância com este avanço, essa pesquisa foi realizada com o objetivo de se desenvolver técnicas para obtenção de tiras de coco da Bahia desidratadas. Utilizaram-se dois estádios de maturação (semimaduro e maduro), prétratamento em soluções de sacarose em três concentrações (25, 35 e 45 °Brix) e secagem em secador de bandejas, em três temperaturas (50, 60 e 70 °C), em que os dados foram tratados segundo os modelos de Henderson e Pabis; Midilli, Page e Thompson. Realizou-se a caracterização físico-química das tiras de coco, antes (*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. Essas análises utilizou-se o programa ASSISTAT 7.0, versão Beta. Foram feitas análises de textura das tiras de coco processadas quanto aos testes de ruptura de fibras, avaliação da firmeza e resistência a tração, em que foi utilizado-se o equipamento TAXTplus - "Texture Analyser" da Stable Micro System. Com os produtos elaborados realizou-se a análise sensorial, utilizando-se escala hedônica de 5 pontos, para avaliação dos atributos de aparência, cor, aroma e sabor, quando foram 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 que a maior concentração de sacarose e temperatura de secagem favorecem a maior remoção da água na desidratação osmótica e secagem, respectivamente; para a mesma temperatura de secagem a concentração de sacarose na solução de pré tratamento osmótico não exerceu influência sobre o tempo de secagem das tiras de coco; entre os modelos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, o Page representa melhor os dados experimentais de secagem, com coeficiente de correlação próximo de 1; os valores de pH do produto elaborado, em todos os tratamentos, foram maiores que 4,5, considerados alimentos de baixa acidez; os açúcares totais apresentaram aumento significativo após o prétratamento osmótico e após secagem, para os dois estádios de maturação; tiras de coco maduro, desidratadas em solução de sacarose a 45 °Brix e secas a 70°C foi o produto de maior firmeza, cuja força requerida para comprimir 80% da amostra foi de até 472,18 N, constituindo-se a amostra mais firme; tiras de coco semimaduro ofereceram na maioria dos tratamentos aplicados, maior resistência à ruptura de fibras (penetração), quando comparadas, entre os mesmos tratamentos, com tiras de coco maduro; nos dois estádios de maturação as resistências máximas a tração foram oferecidas por produtos secos à temperatura de 70°C e a menor força foi para as tiras de coco maduro pré tratadas em solução de sacarose a 35 °Brix e seca a 50°C, ou seja 17,25N. Para os dois estádios de maturação do coco, as amostras mais aceitas foram também as que obtiveram o maior percentual para a intenção de compra, são elas: tiras de coco semimaduro e maduro prétratadas em solução de sacarose a 45 °Brix e secas a 60 e 70°C, respectivamente. E as menos aceitas foram as tiras de coco semimaduro prétratadas em solução de sacarose a 25 °Brix e secas a temperatura de 50°C.

Palavras - chave: *Cocos micifera L.*, processamento, temperatura, sacarose, 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

The dried fruit industry has been growing worldwide in recent years and has enormous potential to be exploited in Brazil. In order to walk in line with this progress, this research was conducted with the aim to develop techniques for obtaining strips of dried coconut Bahia. We used two different maturation stages (semi-ripe and ripe), pre-treatment in sucrose solutions at three concentrations (25, 35 and 45°Brix) and drying in a tray dryer at three temperatures (50, 60 and 70 °C) data were treated according to the models of Henderson and Pabis; Midilli, Page and Thompson. We calculated the physicochemical characterization of coconut strips before (fresh) and after each process step. The data of physical-chemical analysis were treated according to completely randomized design with three replications for each step of the process of osmotic dehydration and drying. These tests used the program ASSiSTAT 7.0, Beta. Texture analysis were made of strips of processed coconut tests for fiber rupture, evaluation of firmness and resistance to traction, in which the equipment was used TAXTplus - Texture Analyser "Stable Micro System. With products made there was the sensory analysis, using a 5-point hedonic scale to evaluate the attributes of appearance, color, aroma and flavor, where tests were applied for acceptance and purchase intent. The data were interpreted by analysis of variance and means were compared by applying the Tukey test. From this research, the main conclusions were: a higher sucrose concentration and drying temperature favors a higher removal of water in osmotic dehydration and drying, respectively, for the same drying temperature, the concentration of sucrose in the solution of osmotic pretreatment did not influence on the drying time of the strips of coconut; Midilli between models, and Page Thompson, the Page model best represents the experimental data of drying, with a correlation coefficient close to 1, the pH of the product produced in all treatments were greater than 4.5 and are considered low acid foods, sugars showed a significant increase after osmotic pre-treatment and after drying, for both maturity stages, mature coconut strips, dehydrated in sucrose solution 45 °Brix and dried at 70 °C was the product of more resolute, whose force required to compress 80% of the sample was up to 472.18 N, so the sample firmer; Strips coconut semi-mature in most treatments, offered higher tensile strength of fibers (penetration), when compared between the same treatments, with strips of ripe coconut; in both stages of maturation the maximum tensile strength were offered by dried at 70 ° C and the lowest strength was for strips pretreated coir in the sucrose solution at 35 ° Brix and dry at 50 ° C, which was 17.25 N. For the two maturation stages of the coconut, the most accepted samples were also those who had the highest percentage for purchase intent, they are: strips of coconut semi-mature and mature pretreated in sucrose solution at 45 ° Brix and dried at 60 and 70 ° C, respectively. And the strips were less accepted semi-mature coconut pretreated in sucrose solution at 25 ° Brix and dried at 50 °C

Key words: *Cocos nucifera* L, processing, temperature, sucrose, texture

1.0- INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera L.*) é uma planta da qual se pode obter os mais diversos produtos. Todas as suas partes, como raiz, caule, folha, inflorescência e fruto, podem ser empregadas para diversos fins artesanais, alimentícios, nutricionais, agroindústrias, entre outros. No Brasil, os plantios são formados com as variedades anã e gigante, além dos híbridos. A escolha da variedade está relacionada à finalidade agroindustrial do produto a ser obtido.

A cultura do coqueiro constitui uma atividade agrícola de grande importância em mais de 86 países, gerando divisas, emprego, renda e alimentos para a população. No Brasil representa significativa fonte de renda para mais de 220 mil produtores. Ocupa aproximadamente 300 mil ha, dos quais 90% se concentram ao longo da faixa litorânea do nordeste (FONTES et al., 2003). Tornou-se importante na vida e na economia das populações nordestinas, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (MAIA et al., 2009).

Com a mudança do estilo de vida e hábitos alimentares da sociedade moderna, voltados para uma maior ingestão de frutas, alimentos nutritivos, prontos para o consumo e sem aditivos químicos, a indústria de frutas desidratadas vem crescendo no mundo inteiro nos últimos anos e apresenta um enorme potencial a ser explorado no Brasil.

Um dos temas muito estudado no âmbito do pré-processamento de frutas tem sido a desidratação osmótica. É reconhecida como um método de desidratação parcial energeticamente econômico; consiste na remoção parcial da água das frutas por meio da sua imersão em soluções hipertônicas de um ou mais solutos. Em geral, a desidratação osmótica é utilizada como prétratamento na secagem por convecção, conferindo ao produto melhor qualidade final, em termos de aroma, sabor, aparência e textura, apresentando estabilidade no armazenamento.

Desta forma, pode-se obter produtos de alto valor. Os quais, consumidos na forma de *snacks*, atendem às exigências do consumidor atual que, cada vez mais, busca praticidade e conveniência no preparo dos alimentos e, ao mesmo tempo, requer que os mesmos sejam saudáveis, com excelência na qualidade.

A grande semelhança do produto com o "in natura" faz da desidratação osmótica um grande salto tecnológico e além de alternativa para a conservação de alimentos (OSÓRIO et al., 2007). Já que, na atualidade, a demanda por produtos naturais, saudáveis e, principalmente a base de frutas, tem crescido rapidamente não apenas como produto acabado mas, também, como ingredientes, isto é, decorrente de um mercado consumidor cada vez mais exigente. Tanto as indústrias de alimentos quanto as instituições de pesquisas vem respondendo a esta demanda, através do desenvolvimento de tecnologias de conservação, o que leva ao aumento da quantidade e variedade de produtos disponíveis para o consumidor.

1.1- Objetivo geral

Propõe-se, com esta pesquisa, avaliar o efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na cinética de secagem de coco em dois estádios de maturação (semimaduro e maduro) obtendo-se, assim, coco desidratado, com três diferentes concentrações de sacarose.

1.1.1- Objetivos específicos

- Estudar a cinética de desidratação osmótica do coco semimaduro a 40°C e coco maduro a 25°C, em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix;
- Estudar a cinética de secagem do coco semimaduro e maduro, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, em secador de bandejas;
- Verificar, entre os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, qual melhor ajusta os dados experimentais;
- Avaliar as características físico-químicas dos cocos "in natura", após a desidratação osmótica e após a secagem nos dois estádios de maturação (semimaduro e maduro), tais como: teor de água, pH, Acidez, Sólidos solúveis totais (°Brix), cinzas, Atividade de água, açúcares totais.

- Realizar testes de avaliação instrumental de textura (Ruptura de fibras, avaliação de firmeza e resistência a tração);

- Realizar a análise sensorial pelos testes de intenção de compra e aceitação, avaliando os atributos aparência, cor, aroma e sabor.

2.0- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O nordeste brasileiro apresenta condições climáticas favoráveis ao cultivo de muitas espécies frutíferas de clima tropical, é evidenciado pela expressiva diversidade de espécies nativas encontradas na região, ao lado de outras exóticas, introduzidas de ecossistemas equivalentes e que se adaptaram bem, comportando-se de modo semelhante ao do material nativo (CARNELOSSI et al., 2004).

O coqueiro é originário do sudeste asiático, tendo sido trazido para o Brasil na metade do século XVI, tornando-se uma das mais importantes palmeiras cultivadas no País haja vista ser encontrado em quase todo o território nacional. A maior parte da produção mundial localiza-se na Ásia (mais de 80%), cabendo ao Brasil uma parcela de cerca de 2%. Estima-se que 85% da produção nacional seja destinada ao mercado do coco seco, tanto para o consumo culinário *in natura* quanto para a indústria de derivados do coco (produção de leite, óleo e sabão, principalmente) (VENTURINI FILHO, 2010).

Estima-se que, do total de coco seco produzido no País e, de acordo com dados levantados pelo Sindicato dos Produtores de Coco (SINDCOCO), a produção brasileira é comercializada da seguinte forma: 35% se destinam à agroindústria, que produz principalmente, coco ralado e leite de coco, para atender a demanda de grandes empresas produtoras de chocolate, biscoitos, iogurtes, sorvetes, confeitarias e padarias. 35% destinam-se aos mercados Sudeste/Sul para atender às pequenas indústrias, a exemplo de docerias, padarias, sorveterias, etc. Desses, cerca de 90% são constituídos de frutos verdes enquanto os 30% restantes ficam no mercado nordestino, para atender ao consumo *in natura*, tanto de coco seco como de coco verde. Estima-se que 80% do consumo nordestino, seja de coco seco e os outros 20% são na forma de coco verde. (FONTES et al., 2003).

Ainda de acordo com VENTURINI FILHO (2010), no Brasil, a cocoicultura é considerada a segunda frutífera em importância econômica na região Nordeste, sendo os tabuleiros costeiros os maiores produtores. A área colhida de coco no Brasil foi de 289 mil hectares em 2006, quando a produção atingiu quase 2 bilhões de frutos, dos quais 66,5% provenientes da região Nordeste, 14,1% da Norte e 17% da sudeste. Os estados da Bahia, Pará e Espírito Santo, são os maiores produtores em suas respectivas regiões.

2.1- Descrição botânica do coco

O coqueiro é uma monocotiledônea pertencente à família *Palmae* e tem sua origem no sudeste asiático, nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico (ANDRADE et al., 2004).

O coqueiro é propagado por sementes, deve ser cultivado a pleno sol, e carece cerca de 2.000 horas de luz/ano para o seu desenvolvimento satisfatório. As sementes devem ser colhidas com idade em torno de 12 meses após a abertura da inflorescência, devendo ser obtidas de plantas matrizes com qualidade certificada. A cultura exige solos com textura arenosa e areno-argilosa; bem drenados e de boa fertilidade. Quando possível, deve-se usar a irrigação por microaspersão, aplicando-se de 100 a 150 litros de água/planta/dia. O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa ou durante o ano todo, quando se utilizar irrigação (FONTES & FERREIRA, 2006).

Quando o fruto se destina a indústria de processamento, deve ser colhido maduro o com idade variando de 11 a 12 meses após a abertura da inflorescência. Quando o fruto o se destinar ao mercado de coco - verde (água de coco), deve ser colhido com idade variando entre oito e nove meses após a abertura da inflorescência (FONTES & FERREIRA, 2006).

É uma planta arbórea, com caule ereto, sem ramificações e com folhas terminais, da família *Palmae* (*Arecaceae*). Para SANTOS et al. (2002) o gênero *Cocos* é constituído apenas pela espécie *Cocos nucifera* L., é composta de algumas variedades, entre as quais as mais importantes são: *Typica* (Var. Gigante) e *Nana* (Var. Anã). Os híbridos de coqueiro mais utilizados são resultantes dos cruzamentos entre essas variedades. Atualmente segundo o Sindicato dos Produtores de Coco (SINDCOCO), em torno de 70, 20 e 10% dos plantios de coqueiro no País, são formados pelas cultivares gigante, anã e híbrido, respectivamente.

2.1.1- Variedade gigante

A variedade gigante é caracterizada por produzir frutos com aptidão para copra; trata-se do é o albúmen sólido e seco, também conhecido por polpa. O coqueiro gigante é bastante explorado, principalmente pelos pequenos produtores. É uma variedade rústica, de

crescimento rápido e fase vegetativa longa, iniciando o florescimento entre 5 e 7 anos quando em condições ecológicas ideais. Esta variedade atinge 20 a 30m de altura, podendo produzir até 80 frutos/planta/ano, de tamanho variando de médio a grande e com vida econômica de 60 a 70 anos. No Brasil é muito empregado “*in natura*” para uso culinário (na produção de doces, bolos etc.), e na agroindústria de alimentos, para leite de coco, farinha de coco, entre outros (MORORÓ, 1998 e ARAGÃO, 2007).

2.1.2- Variedade anã

O coqueiro anão representa a variedade mais utilizada comercialmente no Brasil, para produção de água de coco, devido a qualidade sensorial ser superior à das demais cultivares; é empregada, também na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco *in natura*, em virtude a produtividade de polpa ser acima de 8t/ha, quando o plantio é devidamente técnico. Neste contexto, referida variedade pode se constituir em alternativa promissora para os produtores de coco seco, pois além de se tornar uma variedade de maior utilidade comercial, reduzirá a deficiência de produção de polpa, atualmente observada nos plantios com as cultivares de coqueiro híbrido e gigante. Além disso, em relação à qualidade dessa polpa, o teor de gordura se encontra-se em torno de 30%, menos da metade dos teores encontrados na variedade gigante (65 a 70%) e na híbrida (62 a 65%) abrindo, conseqüentemente, uma perspectiva muito interessante no segmento de mercado de alimentos “light”, à base de coco (ARAGÃO, 2007).

Embora os coqueiros anões tenham boa produtividade, a polpa tende a ser mais macia e flexível, de qualidade inferior à dos coqueiros gigantes, sendo empregados sobretudo para a extração da água. A variedade anã é composta das cultivares amarela, verde, vermelha camarões e vermelho da malásia, sendo a anã verde a mais demandada para consumo de água, seja *in natura* ou industrializada (ROSA & ABREU, 2000 e SANTOS et al., 2002).

Quando se utilizam sistemas de produção irrigados e adequado manejo fitossanitário e nutricional das plantas, o coqueiro anão inicia sua produção a partir do terceiro ano, podendo alcançar uma produção média de 200 frutos/planta/ano, a partir do sétimo ano, quando se estabiliza a fase produtiva (ARAGÃO, 2007; FONTES & WANDERLEY, 2006).

2.1.3- Variedade híbrida

O coqueiro híbrido obtido do cruzamento entre as variedades anã e gigante, é uma cultivar de ampla utilidade comercial, podendo ser empregada para produção de água de coco e de fibras e, principalmente, para produção de polpa ou albúmen sólido (ARAGÃO, 2007; ROSA & ABREU, 2000).

Segundo ARAGÃO (2007), a variedade híbrida pode apresentar as seguintes vantagens em relação às variedades anã e gigante:

- Maior estabilidade de produção quando submetida a diferentes condições ambientais;
- Ampla utilidade do fruto – uso *in natura* (culinária e água de coco) e emprego agroindustrial (alimentos, água de coco, saboaria, detergentes, fibras para estofado e ração animal, entre outros);
- Fruto de tamanho médio, de acordo com a exigência do mercado;
- Maior produtividade de polpa – pode produzir em média entre 8,5 a 9,5 t/ha de polpa, enquanto o gigante entre 3,5 a 5,0 t/ha e o anão em média 8 t/ha;
- Maior produtividade de água que o gigante – produz cerca de 10.000 a 12.000 L/ha, enquanto o gigante 5.000 a 7.000 L/ha e produtividade igual à dos anões;
- Maior estabilidade de preço no ano, devido a sua ampla utilidade.

2.2- O coco

O fruto do coqueiro é uma drupa, formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais no interior uma camada muito dura (pétrea), o endossarão. O fruto está envolto numa casca externa esverdeada ou amarelada que, com o tempo, torna-se seca e castanha. Sob a casca, encontra-se uma camada de fibras com 3 a 5 cm de espessura (ANDRADE et al., 2004).

SANTOS et al. (2002) citaram que as fibras do coco se caracterizam pela dureza e durabilidade, atribuídas ao alto teor de lignina, em comparação com outras fibras naturais.

O Brasil apresenta uma peculiaridade com relação ao fruto do coqueiro enquanto mundialmente é conhecido como uma oleaginosa, sendo processado majoritariamente em seu estágio final de maturação para a produção de óleo e outros produtos. No País, o coco é consumido também imaturo para o aproveitamento da água rica em sais minerais, acumulada no seu interior ROSA et al., (2001), sobre a qual se encontram vários estudos (MACIEL et al., 1992; TAVARES et al., 1998; ROSA, 2000; SCHMIDT et al., 2004; ABREU, 2005; SOUZA, 2006; MATSUI et al., 2007; SOUZA, 2007; SILVA, 2009; PEREIRA, 2010).

O ponto ideal de colheita do fruto está associado a diversos indicadores relacionados à planta, ao fruto e às características de produção. Depende também de determinadas propriedades química e sensorial, ligadas aos aspectos nutritivos, alimentares e de saúde humana. Os frutos dos coqueiros anão e híbrido destinados ao consumo in natura de água de coco, devem ser colhidos, principalmente, entre o sexto e o sétimo mês, após a abertura natural da inflorescência. O coco para consumo in natura na culinária ou para uso agroindustrial na fabricação de alimentos deve ser colhido com onze a doze meses, isto é, frutos maduros. Esses frutos apresentam cor castanha, com manchas verdes e pardas irregulares, com peso inferior ao coco verde (FONTES et al., 2002).

A parte comestível do coco é constituída da polpa branca e de água (Figura 2.1). Quando o coco está verde, a parte branca é pouco desenvolvida e mole em, geral com muita água na cavidade. O valor nutricional do coco varia conforme seu estado de maturação. À medida em que vai amadurecendo, a parte carnosa se torna mais consistente e a quantidade da água diminui (FONTES et al., 2002).

Na Tabela 2.1 é apresentada a composição nutricional em 100 gramas de amostra de coco verde, coco maduro e coco seco.



Figura 2.1- Coco (*Cocos nucifera* Linn)

Tabela 2.1- Composição nutricional de 100 gramas de coco (*Cocos nucifera* Linn) em estágios de maturação diferente

Composição nutricional	Coco verde	Coco maduro	Coco seco
Calorias (g)	131	302	600
Proteínas (g)	1,9	3,5	8,3
Carboidratos (g)	4	13,7	20
Gorduras (g)	11,9	27,2	60
Potássio (mg)	144	320	543
Fibras (g)	1,5	3,8	10

Fonte: VALOR NUTRICIONAL DO COCO (2009)

2.3- Desidratação osmótica

De acordo com MERCALI (2009) desidratação osmótica é um processo no qual os alimentos são colocados em contato com soluções concentradas de sólidos solúveis que possuem maior pressão osmótica e menor atividade de água.

Deste modo e como mostrado na Figura 2.2, ocorrem dois fluxos de transferência de massa em contra corrente: difusão da água do alimento para a solução e difusão do soluto da solução osmótica para o alimento. Este processo é utilizado como tratamento preliminar para outras técnicas de desidratação e visa melhorar a qualidade do produto final além de possibilitar a formulação de novos produtos (LOMBARD et al., 2008; PANI et al., 2008).

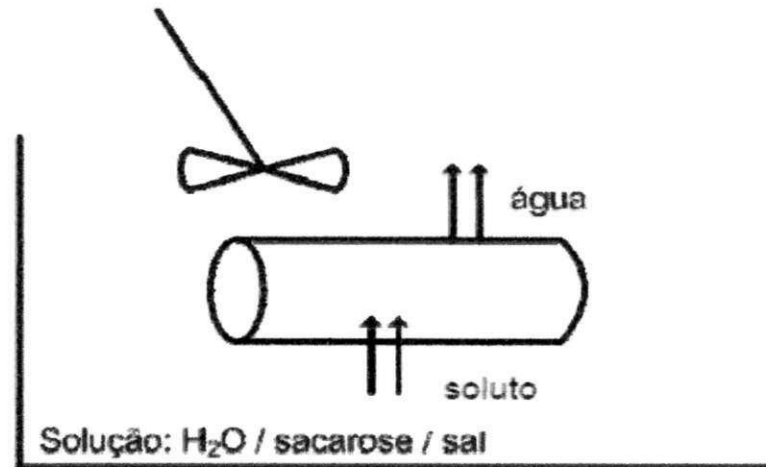


Figura 2.2. Transferência de massa em contra corrente

Como a membrana responsável pelo transporte osmótico não é perfeitamente seletiva, outros solutos presentes nas células (vitaminas, minerais, açúcares orgânicos, também se podem se difundir para a solução osmótica (RASTOGI et al., 2002).

A taxa de perda da água e de incorporação de solutos depende de fatores como a natureza do material (espécie, variedade, grau de maturação, tamanho e formato) e das variáveis de processo (concentração, composição e temperatura da solução osmótica, tempo de contato, nível de agitação da solução, geometria da amostra e razão volumétrica entre a solução osmótica e o produto) (MERCALI, 2009).

As principais exigências para que um soluto possa ser usado como agente osmótico são as seguintes: apresentar alta solubilidade em água, baixo custo e efeito positivo sobre as propriedades sensoriais e a estabilidade final do produto. Desta maneira, a sacarose é normalmente selecionada como soluto para confecção das soluções, principalmente quando a desidratação osmótica é aplicada como tratamento preliminar, antes da secagem (LENART, 1996).

De acordo com RAOULT-WACK (1994), o tipo de açúcar utilizado como substância osmótica afeta significativamente a cinética de remoção de água, o ganho de sólidos e o teor de água de equilíbrio. Açúcares acarretam diminuição no ganho de sólidos e aumento da perda de água, favorecendo a perda de massa e, conseqüentemente, o processo de desidratação. Sacarídeos de baixa massa molecular, como a glicose, frutose e

sorbitol, favorecem o ganho de açúcares devido à alta velocidade de penetração das moléculas nos tecidos vegetais, aumentando o ganho de sólidos e reduzindo a perda de água, desfavorecendo o processo de desidratação.

O potencial de aplicação da desidratação é limitado devido também, à grande incorporação indesejável de soluto nos produtos desidratados osmoticamente. A incorporação de grandes quantidades de soluto causa resistência adicional à transferência de massa da água e conduz a uma baixa taxa de desidratação na secagem complementar (MERCALI, 2009).

Um grande número de estudos está disponível na literatura relativo desidratação osmótica de frutos, entre eles (RASTOGI & RAGHAVARÃO, 1997; MAVRROUDIS et al., 1998; SERENO et al., 2001; NIETO et al., 2001; PARK et al., 2001; ARGANDÓNA et al., 2002; MORREIRA, 2003; TELIS et al., 2004; LIMA et al., 2004; MOTA, 2005; QUEIROZ et al., 2007; REIS et al., 2007; GONÇALVES et al., 2008), porém não encontrou-se trabalhos com desidratação osmótica de coco da Bahia.

Comumente, a desidratação osmótica não fornece um produto com umidade suficientemente baixa para ser considerado estável em prateleira, o qual deve ser posteriormente processado (geralmente por métodos de secagem a ar convectivo) para se obter produtos estáveis. A secagem a ar quente, em particular, é um processo antigo para preservar alimentos no qual o sólido a ser seco é exposto a uma corrente de ar quente que flui continuamente e assim a umidade é removida. Este processo dá origem a produtos desidratados que podem ter uma vida de prateleira longa. Infelizmente, a qualidade de um produto desidratado convencionalmente é drasticamente reduzida em comparação ao alimento original. A desidratação osmótica como prétratamento, contribui para a obtenção de produtos desidratados de melhor qualidade, (RATTI, 2001; SERENO et al., 2001; FERNANDES et al., 2006a; FERNANDES et al., 2006b; RODRIGUES & FERNADES, 2007; LOMBARD et al., 2008).

A grande limitação do processo de desidratação osmótica tem sido de estabelecer um processo em que essa tecnologia simples possa ser usada de forma a não gerar resíduos e, sim, coprodutos. A solução osmótica se não reutilizada gera um grande número de efluentes que precisam ser descartados sem prejudicar o meio ambiente. Segundo GOMES

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

Então é possível afirmar que a desidratação osmótica é uma alternativa para o aproveitamento do excesso de produção, além de possibilitar o consumo do produto nos períodos de entressafra, desde que a técnica seja adaptada ao uso em processamento em pequena escala. Com isto será possível obter produtos de alta qualidade e de alto valor agregado, valorizando a produção da agricultura familiar (GOMES et al., 2007).

2.4- Secagem

A prática pós-colheita mais usual para a preservação de produtos agrícolas é reduzir seu teor de umidade até um nível seguro para o armazenamento. Baixo nível de umidade resulta em decréscimo da taxa de respiração do produto e inibição da atividade da microflora, ambas, fontes de deterioração da qualidade de produto. Contudo, se o teor de umidade for baixo, de modo que a pressão de vapor do ar na superfície também seja mais baixa que a do ar ambiente, o produto ganhará umidade, tornando-o favorável ao ataque de fungos. Assim, secagem significa a remoção de umidade do produto até que um nível desejado seja alcançado de acordo com a destinação do produto (FIOREZE, 2004).

A secagem é um processo combinado de transferência de calor e massa, em que boa parte da água é eliminada reduzindo, conseqüentemente, a atividade de água que afeta o crescimento microbiano, reações enzimáticas e outras de origem química e física (GAVA et al., 2008).

O objetivo principal da secagem, de acordo com FELLOWS (2006) é prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água. Segundo GAVA et al. (2008) as vantagens da secagem são várias, entre as quais se tem melhor conservação do produto e redução de sua massa, sem se referir preço, pois, muitas vezes, a secagem é mais econômica que outros processos de conservação.

Os vários processos de secagem dos produtos de origem vegetal podem ser enquadrados em dois grupos: secagem natural ou ao sol e artificial ou desidratação. ALMEIDA et al. (2006) definem secagem natural e artificial como:

2.4.1- Secagem natural

Entende-se como aquela em que o ar que promove a secagem provém da ação dos ventos e a energia utilizada nesta secagem emana da incidência direta do sol. Para o processo de secagem de sementes e grão, o material é esparramado em camadas de espessura variável sobre equipamentos arquitetônicos simples, feitos de solo batido, cerâmica, asfalto, cimentos, entre outros, tendo-se cuidado de colocá-las em camadas delgadas para evitar o aquecimento excessivo.

Segundo GAVA et al. (2008), para um resultado melhor convém que o tratamento seja dividido em duas fases: a primeira, iniciada ao sol e continuada até que as frutas tenham perdido de 50 a 70% de umidade, e a segunda a sombra, para que os produtos não ressequem e não percam o sabor e aroma naturais, uma vez que, com a secagem completa ao sol, os frutos escurecem.

A secagem natural deve ser realizada com certos cuidados, visto que, se realizada, poderá prejudicar a coloração do produto e outras alterações organolépticas não desejadas. Devem ser observadas, em contrapartida, temperatura e umidade relativa.

2.4.2- Secagem artificial

Este método exige a interferência do homem acelerando ou melhorando o processo. A fonte de energia calórica pode ir da solar até a elétrica. Neste processo são empregados artifícios para aumentar a taxa de secagem, aos quais se encontram disponibilizados equipamentos denominados secadores que, a nível comercial, podem apresentar diferentes configurações. E são classificados em:

2.4.2.1- Secagem a baixa temperatura

O ar se secagem é aquecido em no máximo 10°C acima da temperatura ambiente sendo, em alguns casos, dispensado o aquecimento do ar ambiente devido ao seu potencial de secagem.

2.4.2.2- Secagem a alta temperatura

Caracteriza-se por utilizar temperatura do ar de secagem superior em 10°C a temperatura do ar ambiente.

2.4.3- Períodos de secagem

A secagem é uma operação que envolve simultaneamente transferência de calor e massa, entre o produto e o ar de secagem que pode ser realizado por convecção ou condução, e a taxa de remoção da água é determinada pela taxa na qual calor e massa possam ser transferidos. Neste processo o calor é requerido para evaporar a umidade durante a secagem do produto e a água evaporada na superfície externa do produto é removida e transferida para o meio de secagem que, normalmente, é o ar (ORDÓNEZ, 2005).

Em um processo de secagem, há de se levar em conta as variáveis específicas do produto (Umidade relativa do ar, temperatura do ar, vazão do ar, umidade inicial do produto, umidade final do produto, coeficiente de difusão da massa e área relativa (m^2/m^3) e do fluxo de ar. FIOREZE (2004), além dessas variáveis ainda há que se entender como ocorrem a secagem, as transferências de energia e massa envolvidas, os tipos de processos e secadores, as possíveis fontes de energia, os fluxos de produto e ar tal como também, suas medições e controle, entre outras variáveis. A secagem é um processo que se apresenta ser relativamente simples, enquanto o entendimento do processo de secagem é extremamente complexo.

A evolução dessas transferências simultâneas de calor e de massa no decorrer da operação de secagem faz com que esta seja dividida esquematicamente em três períodos:

período inicial, período em taxa constante e período em taxa decrescente de secagem (OLIVEIRA et al., 2006).

Para PARK et al. (2001) a curva (a) representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem, conteúdo de umidade do produto em base seca (X), em relação à evolução do tempo de secagem (t), isto é, é a curva obtida pesando-se o produto durante a secagem em determinada condição de secagem.

A curva (b) representa a velocidade (taxa) de secagem do produto, variação do conteúdo de umidade do produto por tempo, dX/dt em relação à evolução do tempo (t), isto é, é a curva obtida diferenciando-se a curva (a).

A curva (c) representa a variação da temperatura do produto durante a secagem (variação da temperatura do produto (T) em relação à evolução do tempo t), isto é, é a curva obtida medindo-se a temperatura do produto durante a secagem.

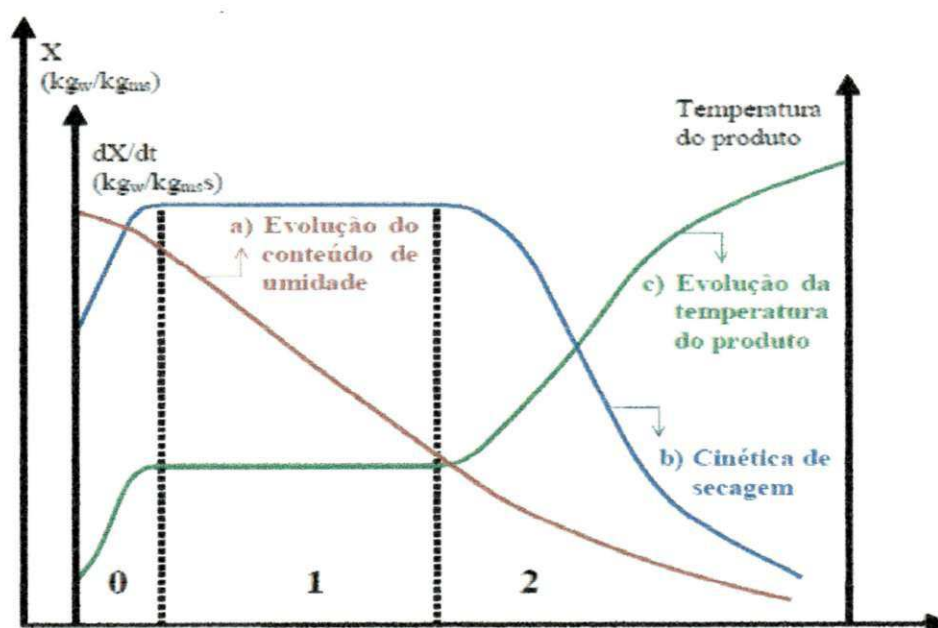


Figura 2.3- Curvas típicas de secagem

2.4.3.1- Primeiro período

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

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

2.4.3.2- Período de taxa de secagem constante

O segundo período caracteriza-se pela taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre. A transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante (PARK et al., 2001).

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

2.4.3.3- Período de taxa de secagem decrescente

No terceiro período a taxa de secagem é decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor reduzindo-se, portanto, a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa o fator limitante nesta fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. Quando o

produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado. O terceiro período é quase sempre o único observado para a secagem de produtos agrícolas e alimentícios (PARK et al., 2001).

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

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

2.4.4- Cinética de secagem

Os métodos de cálculo de cinética de secagem são aplicados de modo diferente, dependendo do período de secagem considerado. No período de taxa de secagem constante as transferências de calor e de massa na interface ar-produto, governam a secagem e fixam a velocidade de secagem enquanto no segundo período as transferências internas são limitantes (PARK et al., 2006)

A análise da cinética de secagem fornece informações sobre o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente de secagem, normalmente o ar atmosférico, o qual é fundamental para o projeto e simulação de secadores. Predizer teoricamente a taxa de secagem decrescente, é mais complexo que a taxa constante visto que devem ser levados em conta não somente os mecanismos externos de transferências de calor e massa mas, também os internos do produto (BROOKER et al., 1974).

Existem, na literatura, vários modelos matemáticos, os quais são utilizados para estimar as curvas de secagem de produtos agrícolas.

2.4.4.1- Modelos

Tem-se utilizado relações matemáticas teóricas, semiteóricas e empíricas, para a modelagem das curvas de secagem. Dentre os vários modelos utilizados para expressar este comportamento estão os de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson.

Segundo ALONSO (2001), o modelo de Page representa a secagem de produtos agrícolas, adaptado para a camada fina, e permite obter-se um método mais preciso para desenvolver mudanças nos dados medidos especialmente para o estágio inicial de secagem.

O modelo de Page é uma modificação empírica do modelo de Newton, descrito por Lewis em 1921, que corrige seus defeitos (DOYMAZ, 2005). Para JAIN & PATHARE (2004) este modelo difere do de Newton pela adição de um expoente, n , ao tempo, t , na equação 8. De acordo com CORRÊA et al. (2001) n , é um parâmetro que depende do material e das condições de secagem.

2.5- Características físico-químicas

Para SILVA et al. (2008), informações a respeito do valor nutricional de frutas são ferramentas básicas para a avaliação do consumo e formulação de novos produtos; no entanto, poucos dados ainda estão disponíveis na literatura.

As frutas consistem em fonte nutricional de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, sendo que algumas possuem teores mais elevado de um ou de outro nutriente outras frutas não são ricas no fornecimento de algum nutriente específico (MATSUURA & ROLIM, 2002).

As características físico-químicas dos alimentos são de fundamental importância, pois, além de caracterizar a matéria prima, são utilizados no controle de qualidade, garantido, desta forma, que o produto chegue ao consumidor apresentando alta qualidade e maior vida de prateleira.

2.5.1- Acidez Titulável

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade. A acidez total titulável de frutas varia de 0,2 % a 0,3% em frutas de baixa acidez, como maçãs vermelhas e bananas, 2,0% em ameixas e acima de 6% em limão. Ácido cítrico pode constituir até 6% dos sólidos solúveis totais.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a acidez é usualmente determinada por titulometria ou por potenciometria. Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez mas, em alguns casos, há pequenos aumentos nos valores com o avanço da maturação. A acidez pode ser utilizada em conjunto com a doçura como ponto de referência do grau de maturação.

CECCHI (2003) fala que os principais ácidos orgânicos são encontrados em alimentos são: málico, cítrico, tartárico, oxálico e succínico, e que em cada espécie há predominância de um desses ácidos. Existem outros menos conhecidos mas de sua igual importância, isocítrico, fumárico, oxalacético e cetoglutárico.

2.5.2- pH

O pH (potencial hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de íons hidrogênio em dado material. Sua determinação pode ser realizada com o auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (peagâmetro) (CECCHI, 2003; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De acordo com FRANCO MELO & LANDGRAF (2008) em relação ao pH os alimentos são subdivididos em baixa acidez, que têm pH superior a 4,5; os alimentos ácidos, que têm pH entre 4,0 e 4,5 e os alimentos muito ácidos, pH inferior a 4,0. O pH próximo a neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5, é o mais favorável para a maioria dos microrganismos. Alguns destes são favorecidos pelo meio ácido pois, certamente por que há inibição da microbiota de competição.

Vários fatores tornam importante a determinação do pH de um alimento, tais como: influência na palatabilidade, desenvolvimento de microorganismos, escolha da temperatura de esterilização, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do

equipamento com o qual se vai trabalhar na indústria, escolha de aditivos e vários outros (CHAVES, 1993).

2.5.3- Sólidos solúveis (°Brix)

Os sólidos solúveis totais (SST) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade de fruta. O teor de sólidos SST nos dá um indicativo da quantidade de açúcares existentes na fruta, considerando-se que outros compostos, embora em reduzidas proporções também fazem parte, como, por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. Os teores de SST usualmente aumentam no transcorrer do processo de maturação da fruta, seja por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos. O teor de sólidos totais é determinado, normalmente, utilizando um refratômetro, expressando os resultados em °Brix (KLUGE et al., 2002).

Segundo CHAVES et al. (2004) os sólidos solúveis são de fundamental importância para a agroindústria, visto que auxiliam no controle de qualidade do produto final, processos, ingredientes e de produtos utilizados em indústrias de sorvetes, licores, açúcar, polpas, néctar, álcool, bebidas em geral.

2.5.4- Cinzas

Conforme CECCHI (2003), cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, transformada em CO_2 , H_2O , NO_3 . A cinza obtida não tem, necessariamente, a mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, pois pode haver perdas por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra.

2.5.5- Atividade de água

Nos alimentos a água se encontra em duas formas, ou seja, na forma de água livre e na forma de água ligada. De acordo com RIBEIRO & SERAVALLI (2007) a água ligada é definida como a água em contato com solutos e outros constituintes não aquosos, existindo em vários graus de ligação, podendo ser dividida em: água constitucional, que é a água ligada mais fortemente aos constituintes não aquosos do alimento, através de ligações

iônicas; água vicinal é aquela que ocupa os espaços mais próximos da maioria dos grupos hidrofílicos (afinidade pela água) presentes nos constituintes; água de multicamadas representa a água ligada de forma mais fraca aos constituintes não aquosos do alimento. A água livre no alimento é a água que representa as mesmas propriedades da água pura e que está disponível para o crescimento de microrganismos e para reações enzimáticas.

Os microrganismos necessitam de água para sua sobrevivência. Para seu metabolismo e multiplicação é necessário a presença de água na forma disponível. O parâmetro que mede a disponibilidade de água em um alimento é denominado de atividade de água, a qual é definida como a relação existente entre a pressão parcial de vapor contida na solução ou alimento e a pressão parcial de vapor da água pura, a uma dada temperatura. A remoção da água (desidratação) tal como a adição de sais, açúcar e outras substâncias, provoca redução de atividade de água de um alimento em virtude de reduzir a pressão parcial de vapor d'água contida; esta redução é variável em função da natureza da substância adicionada, quantidade e temperatura. Na maioria dos alimentos fresco a atividade de água é superior a 0,95 (MELO FRANCO & LANDGRAF, 2008).

2.5.6- Teor de água

Segundo o IAL (2008), todos os alimentos, qualquer que seja o método de industrialização a que tenham sido submetidos, contêm água em maior ou menor proporção. Geralmente, a umidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada em: umidade de superfície, que se refere à água livre ou presente na superfície externa do alimento, facilmente evaporada e umidade adsorvida, referente a água ligada, encontrada no interior do alimento, sem combinar quimicamente com o mesmo. A umidade corresponde à perda em peso, sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida.

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, composição e qualidade, podendo afetar o armazenamento, embalagem e o processamento.

2.5.7- Açúcares totais

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) os açúcares podem ser quantificados diretamente por métodos químicos; entre os parâmetros utilizados para avaliar e monitorar a qualidade dos produtos hortícolas, se encontram a determinação da concentração dos açúcares totais, não redutores (sacarose) e açúcar redutor (glicose e frutose). Devido ao processo respiratório, no qual os carboidratos são oxidados para a produção de energia, a concentração desses compostos muda progressivamente nas células vegetais e representa um parâmetro que pode ser utilizado para o acompanhamento das condições pós-colheita, em conjunto com outras avaliações. Torna-se de fundamental importância quantificar esses açúcares quando se objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante é variado e aumenta na sequência glicose: sacarose: frutose.

Para DAMODARAM et al. (2010) açúcares são geralmente sólidos cristalinos, incolores e de sabor doce. São os compostos naturais com sabor doce mais conhecido e, entre eles a sacarose é o dissacarídeo mais relevante, tanto pela sua quantidade e frequência com que é encontrado na natureza, como pela sua importância na alimentação humana. O conhecimento da existência desse açúcar data de milênios.

Os monossacarídeos glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupos carbonílicos e cetônicos, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem esta característica sem sofrerem hidrólise da ligação glicosídica, são denominados açúcares não redutores (BOBIO & BOBIO, 1992).

2.6- Avaliação Instrumental de textura

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) e BOURNE (2004), a textura pode ser definida como o conjunto de propriedades do alimento compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força. A textura é uma combinação de sensações derivadas dos lábios, língua, mucosa bucal, dentes e do ouvido. Cada área é sensível a pequenas diferenças de pressão e apresenta diferenças para cada atributo ou característica

do produto. O conjunto de impressões obtidas na mastigação é responsável pela aceitação ou rejeição do produto.

As sensações que caracterizam a textura de frutas são múltiplas e, na sua maioria, são induzidas por características mecânicas, embora também possam ser induzidas por características geométricas ou químicas. As principais sensações são: dureza, maciez, fibrosidade, suculência, granulidade, resistência e elasticidade. A dureza ou firmeza relaciona-se com a força necessária para que o produto atinja sua deformação CHITARRA & CHITARRA (2005).

A percepção da textura é um processo complexo, envolvendo uma síntese de informações de vários sentidos, obtida com o tempo. Além disso, a estrutura do alimento, que é percebida pelo consumidor, é alterada durante o processo oral, o que está sujeito à variação considerável entre indivíduos. A percepção da textura ocorre parcialmente durante o dinâmico processo de quebra do alimento na boca e é afetado por processos orais tais como motilidade, produção de saliva e temperatura. Para levar em conta esses fatores, um método multidisciplinar foi proposto para estudar a relação entre a estrutura do alimento e a percepção da textura, combinando-se pesquisa sensorial, estudos fisiológicos e pesquisa sobre características físico-químicas do alimento (WILKINSON et al., 2000).

A textura é um atributo de qualidade importante para os alimentos de origem vegetal. A parede celular de plantas constitui peça-chave para determinar as características de textura em frutas e hortaliças, pois suas propriedades influenciam no modo pelo qual o tecido vegetal sofre deformação mecânica e ruptura durante a mastigação. Processos como cozimento e eventos fisiológicos como a maturação, podem reduzir a força de adesão celular em muitos produtos, através da despolimerização de pectina, o que não é interessante, já que a separação celular contribui para o amolecimento, perda de suculência e desenvolvimento da sensação de farinhamento (WALDRON et al., 1997).

No contexto industrial o juiz mais importante da textura de alimentos é o consumidor, o qual é a melhor fonte de informação em relação à aceitabilidade ou gosto da textura de um produto. No entanto, um consumidor pode não ser capaz de dar informação detalhada de vários componentes de textura, sendo necessário fazer uso de equipamentos (WALDRON et al., 1997).

Dentre os instrumentos de medição de força disponíveis, o mais utilizado é o analisador de textura TAXT2, que 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).

WILKINSON et al. (2000) realizaram testes de compressão de maçã, banana, cenoura e batata sob força constante. O efeito do teor de umidade sobre os parâmetros elásticos, a tensão e a deformação máxima, também foi investigado. MAZUMDER et al. (2007) realizaram testes de compressão uniaxial em um *snack* de milho de baixa densidade pronto para consumo, obtendo curvas características como função da deformação. HOFSETZ (2003) caracterizou a crocância de abacaxi, banana e maçã liofilizados disponíveis no mercado paulista, através de medidas instrumentais de textura e análise sensorial.

Como os hábitos dos consumidores se tornaram mais sofisticados, a importância da textura como atributo de qualidade vem aumentando significativamente. Para estabelecer técnicas eficientes de preservação com o mínimo dano ao produto, o comportamento da textura de fruta deve ser estudado (MASTRANGELO, 2000). Vários fatores, como a entrada de solutos e o tempo e temperatura de processamento, podem influenciar a textura final de frutas.

Textura é um dos três principais atributos de aceitação de alimentos junto com aparência e sabor, os quais fornecem prazer em comer e leva o consumidor a decidir se comprará ou não o produto novamente (BOURNE, 2004).

2.7- Análise sensorial

Tanto as instituições de pesquisa como, principalmente, as indústrias de alimentos, têm buscado identificar e atender os anseios dos consumidores em relação a seus produtos, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo. A análise sensorial tem-se mostrado importante ferramenta neste processo, envolvendo um conjunto de técnicas diversas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, em várias etapas de seu processo de fabricação. É uma ciência que objetiva,

principalmente estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (MINIM, 2006).

Os pioneiros na aplicação do método de degustação por equipe foram as destilarias e cervejarias da Europa. A análise sensorial usada como ciência data de 1935, quando nos Estados Unidos foi desenvolvida a técnica de degustação por necessidade de se obter produtos de alta qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados do exército na Segunda Guerra Mundial (MONTEIRO, 1984, citado por ALDRIGUE, 2003).

Segundo MINIM (2006), a análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações características de alimentos e outros materiais, da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

Diferentes métodos de avaliação são utilizados a fim de se determinar o perfil sensorial, a aceitação, preferências, e intenção de compra acerca de determinados produtos. Segundo IAL (2008), os métodos sensoriais podem ser divididos em analíticos (discriminativos e descritivos) e afetivos, descritos abaixo.

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

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

sabor, perfil de textura, a análise descritiva quantitativa (ADQ) e o de tempo intensidade. As técnicas descritivas de espectro e de perfil livre também têm sido utilizadas.

Nos métodos afetivos é o julgador que expressa seu estado emocional ou reação afetiva ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito às suas preferências, gosto e opiniões. As escalas mais empregadas são: de intensidade, a hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Os julgadores não precisam ser treinados, bastando ser consumidores frequentes do produto em avaliação. Os testes afetivos em função do local de aplicação podem ser de laboratório, localização central e uso doméstico. Basicamente, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de preferência (escolha) e de aceitação (categoria).

3.0- MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, PB, e no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal do Ceará- IFCE, de Limoeiro do Norte.

As etapas referentes ao processo de obtenção e caracterização do coco semimaduro e coco maduro desidratado estão expostas no fluxograma da Figura 3.1.

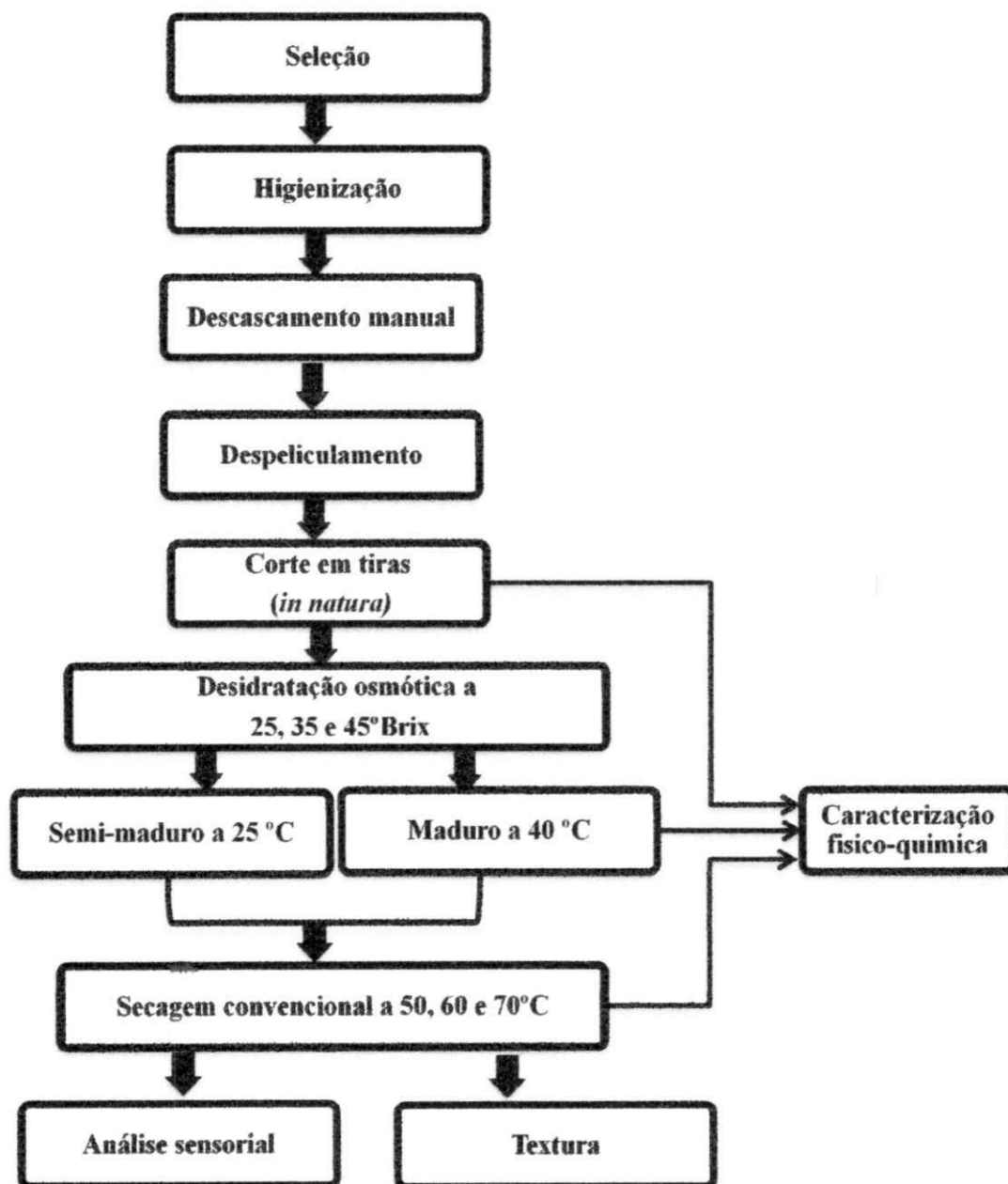


Figura 3.1- Etapas do processo de obtenção, caracterização e análise sensorial dos cocos desidratados

3.1- Processamento

3.1.1 - Matéria-prima

Utilizou-se, para a realização desta pesquisa, o coco (*Cocos nucifera* L.) em dois estádios de maturação semimaduro com 4 a 8 mm de espessura da polpa e maduro acima de 10 mm de espessura da polpa, como mostrado na Figura 3.2, os quais foram adquiridos da EMPASA (Empresa de Abastecimento e Serviços Agrícolas) do estado da Paraíba, na cidade de Campina Grande, PB. Esta espessura foi definida segundo ARAGÃO (2002), o qual fala que o albúmen em torno de 2 a 3 mm é o ponto ideal para a colheita e consumo do coco verde.

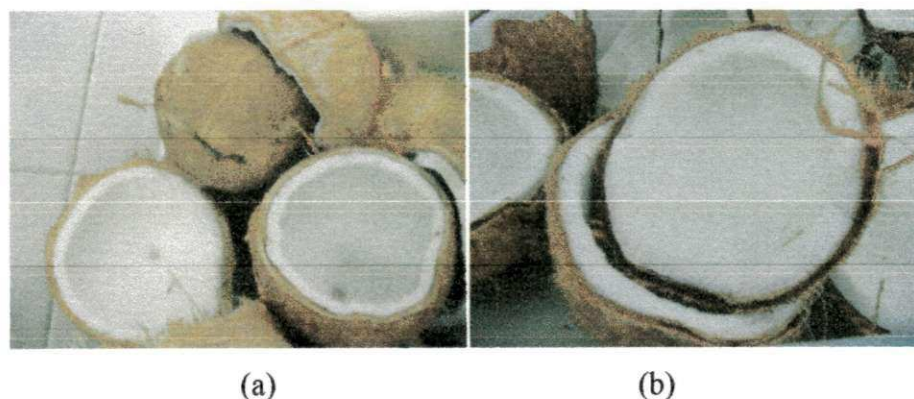


Figura 3.2- Coco (*Cocos nucifera* L.) nos dois estádios de maturação. (a) coco semimaduro e (b) coco maduro

3.1.2 - Seleção

Na seleção, além do estágio de maturação, foi verificada também, a integridade dos frutos.

3.1.3 - Higienização

Os frutos foram lavados em água potável corrente, para a retirada de excesso de sujidades; em seguida, lavados com detergente neutro com o objetivo de reduzir a flora microbiana; depois de lavados os frutos foram levados à estufa a 70°C, por 40 minutos,

com o objetivo principal de facilitar a remoção da amêndoa ao endocarpo ou casca. Esta separação se dá devido à dilatação térmica que ocorre entre a casca e a mênodoa, havendo assim se desprendimento.

3.1.4 - Descascamento

O descascamento foi procedido de forma manual, utilizando-se facas de aço inox, adequadas para o processamento.

3.1.5 - Despeliculamento

Após a retirada da casca realizou-se o despeliculamento, ou seja, eliminação da película escura aderida à amêndoa. Este resíduo é indesejável, visto que pode ocasionar perdas de qualidade do produto final; então realizou-se este procedimento com auxílio de descascador de frutas.

3.1.6 - Corte em tiras

Os cocos foram cortados tipo “palito”, com comprimento e largura definidos e espessura média característica de cada fruto no estágio de maturação semimaduro e maduro conforme a Tabela 3.1. Lavou-se novamente em água corrente para que as partículas remanescentes fossem removidas garantindo, desta forma, a ausência de corpos estranhos. Aguardou-se alguns minutos para a retirada do excesso de água e deu-se início ao processo de desidratação osmótica.

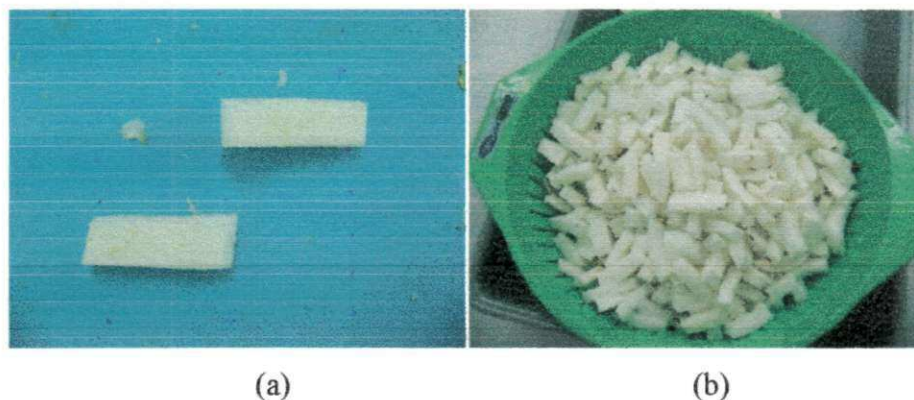


Figura 3.3 - Processamento dos cocos antes da desidratação osmótica (a) Corte em tiras (b) Remoção do excesso de água após lavagem

Tabela 3.1 - Dimensões em mm dos cocos processados nos dois estádios de maturação (semimaduro e maduro)

Maturação	Dimensões (mm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Semimaduro	30,650±0,508	10,125±0,850	6,131±0,907
Maduro	30,410±0,862	10,080±0,321	10,670±0,411

3.2 - Desidratação Osmótica

Os xaropes osmóticos foram preparados com açúcar cristalizado granulado e água, até atingir os teores de sólido solúvel desejados (25, 35 e 45 °Brix).

A quantidade de solução foi calculada para manter a proporção fruto/solução de 1:4. Os frutos foram imersos nas soluções de sacarose (25, 35 e 45 °Brix), e mantidos em uma câmara controlada, a temperatura de 40°C, para o coco semimaduro e a 25°C para o coco maduro, durante todo o tempo de desidratação osmótica, ilustrado na Figura 3.4. Essas temperaturas foram determinadas através de testes iniciais, onde verificou-se que as tiras de coco maduro, não suportavam a temperatura de 40°C, pois ocorria escurecimento e rancificação das tiras, sendo necessário reduzir a temperatura para 25°C.

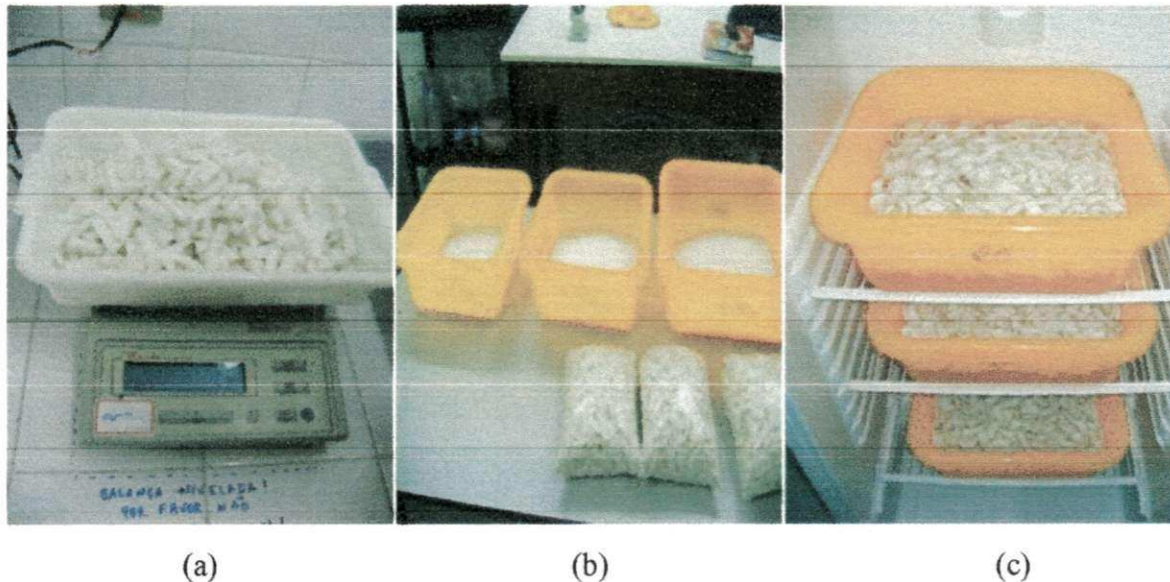


Figura 3.4 - Etapas da desidratção osmótica (a) Pesagem das tiras (b) Preparo do xarope (c) Amostras em câmaras com temperaturas controladas para início da desidratção

Acompanhou-se a perda de água, perda de massa e ganho de sólidos periodicamente, em intervalos de 0, 15, 45, 90, 150, 240, 480, 960 e 1620 minutos, totalizando 27 horas de osmose para o coco semimaduro e para o coco maduro procedeu-se a desidratção em intervalos 0, 15, 45, 90, 150, 240, 480, 960 e 1506 minutos, totalizando 25 horas e 10 minutos de desidratção osmótica.

Os valores obtidos nas determinações analíticas foram utilizados para calcular os percentuais de perda de água, perda de massa e ganho de sólidos pelo coco, em forma de tiras, conforme as equações citadas por SACCHETTI et al. (2001).

3.2.1 - Perda de água

Para o acompanhamento da perda de água do fruto durante o tratamento osmótico uma quantidade de amostra de coco foi posta em uma cesta (contendo 4 tiras), a qual foi retirada da solução nos intervalos acima citados para a realização das pesagens em balança semianalítica, em seguida, as amostras de coco eram colocadas novamente na cesta e o processo osmótico tinha sequência, antes de cada pesagem enxugou-se as tiras de coco em papel toalha absorvente para remoção do excesso de solução na superfície das amostras.

A perda percentual de água (com base na massa inicial do coco) é definida por:

$$P_A \% = 100 \times \frac{(P_0 \times U_0) - (P_t \times U_t)}{P_0} \quad (1)$$

Onde:

- P_A = Perda de água, em % (p/p)
- P_0 = Peso do fruto no tempo $t = 0$, em gramas
- U_0 = Teor de água do fruto no tempo $t = 0$
- P_t = Peso do fruto tratado no tempo t , em gramas
- U_t = Teor de água do fruto tratado no tempo t

3.2.2 - Perda de massa

Para o acompanhamento da perda de massa do fruto realizou-se o mesmo procedimento da perda de água.

A perda percentual de peso é definida por:

$$P_p \% = 100 \times \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \quad (2)$$

Onde:

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

3.2.3 - Ganho de sólidos

O ganho de sólidos foi acompanhado determinando-se uma matéria seca nos mesmos intervalos de tempo com que se realizava a perda de água e massa. Três amostras de coco de cada solução foram retiradas para a determinação da matéria seca por meio do método padrão (Figura 3.5), utilizando-se a estufa a $105^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, de acordo com (IAL, 2008), então, o teor de água e a matéria seca foram calculados por meio das seguintes equações:

$$\%X_{bs} = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca}} \quad (3)$$

$$\%X_{bu} = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca} + M_{H_2O}} \quad (4)$$

Onde:

- $\%X_{b.s}$ = Teor de água em base seca
- $\%X_{b.u}$ = Teor de água em base úmida
- H_2O = Massa de água
- M_{seca} = Massa de matéria seca

O ganho percentual de sólidos (com base na massa inicial do coco) é definida por:

$$G_s \% = 100 \times \frac{(MS_t - MS_0)}{P_0} \quad (5)$$

- G_s = Ganho de sólidos, em % (p/p);
- MS_t = Massa da matéria seca no tempo t, em gramas;
- MS_0 = Massa da matéria seca no tempo t = 0 em gramas;

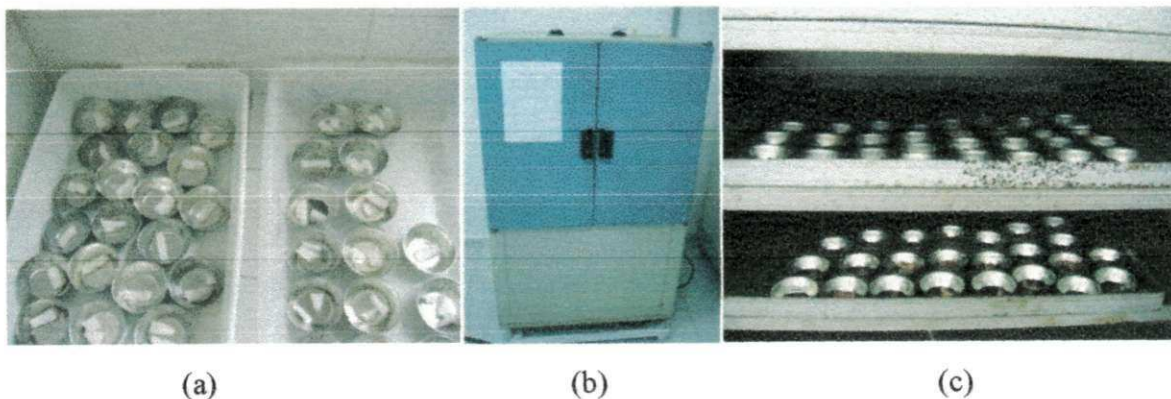


Figura 3.5- Determinação da matéria seca (a) Tiras de coco antes de ser levada a estufa (b) Estufa utilizada no experimento (c) Amostras após 24 horas em estufa a 105°C

3.3 - Cinética de secagem

Após a desidratação osmótica as tiras de coco foram colocadas no secador de bandejas para realização de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Para este fim utilizou-se um desidratador de frutas, Polidryer PD-25 (Figura 3.6), o qual utiliza gás GLP como combustível, além de um termopar para o monitoramento da temperatura.



Figura 3.6 - Secador de bandejas Polidryer PD-25, para desidratação de frutas

O tempo final da secagem foi estabelecido quando as tiras de coco atingiram o teor de água do equilíbrio, o qual foi determinado quando havia pesagens consecutivas iguais na segunda casa decimal. Determinou-se o teor de água inicial e final das amostras, por meio do método padrão, utilizando-se as Equações 3 e 4.

Realizou-se a análise e a representação dos dados experimentais da secagem utilizando os modelos de HENDERSOM & PABIS (1961) (Equação 6), MIDILLI (2002) (Equação 7), PAGE (1949) (Equação 8) e THOMPSON, citado por BOOKER et al., (1974) (Equação 9).

$$RX = a \exp(-K t) \quad (6)$$

$$RX = a \exp(-K t^n) + b t \quad (7)$$

$$RX = \exp(-K t^n) \quad (8)$$

$$t = a \ln(RX) + b[\ln(RX)]^2 \quad (9)$$

Em que;

$$RX = \frac{X_{b.s} - X_e}{X_{b.s(\text{inicial})} - X_e} \quad (10)$$

Onde:

RX = Razão de umidade (Adimensional)

X_e = Teor de água de equilíbrio em base seca

$X_{b.s}$ = Teor de água em base seca

$X_{b.s(\text{inicial})}$ = Teor de água inicial em base seca

t = Tempo (min)

a, b, k e n = Parâmetros constantes do modelo

Os parâmetros dos modelos foram obtidos por análise de regressão linear empregando-se o método numérico Quasi-Newton para os modelos de Hendersom e Pabis, Page, Thompson e o Hooke-Jeeves pattern moves para o Modelo de Midilli, mediante aplicação dos dados no Software Statistica 7.0.

Como critério de seleção, para expressar o modelo que melhor representou o processo de secagem utilizou-se o coeficiente de determinação (R^2) e o DQM (Desvio Quadrático Médio), em que quanto menor o valor de DQM ERTEKIN & YALDIZ(2004) melhor é a representação do modelo empregado.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}} \quad (11)$$

Onde:

RX_{exp} = Razão de umidade obtida experimentalmente

RX_{pre} = Razão de umidade predita pelo modelo matemático

N = Número de observações ao longo da cinética de secagem

3.4 - Embalagem

Os cocos desidratados foram separados em porções com aproximadamente 60 g de coco e acondicionadas em embalagens laminadas, as quais foram seladas a vácuo.

3.5- Características físico-químicas

As análises físico-químicas foram determinadas no coco semimaduro e maduro, “*in natura*”, após passar pelo processo de desidratação osmótica e secagem convencional; todas as determinações foram feitas em triplicata.

Para a realização das análises de acidez total titulável, potencial hidrogeniônico (pH) e determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix), as amostras foram preparadas diluindo-se 5 g das mesmas em 50 mL de água destilada, permanecendo sob agitação por 30 minutos.

3.5.1 - Acidez

Conforme a metodologia descrita no IAL (2008), a análise da acidez total titulável foi determinada pela titulação da amostra com solução 0,1N de hidróxido de sódio utilizando-se, como indicador para verificação do ponto de viragem a solução alcoólica a 1% de fenolftaleína, cujos resultados foram expressos em percentagem.

3.5.2 - pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada através de leitura direta, em um phmetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0, segundo a metodologia do IAL (2008). Os resultados foram expressos em unidades de pH.

3.5.3 - Sólidos solúveis totais (°Brix)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada através de leitura direta com um refratômetro do tipo Abbe, colocando-se uma gota da solução no prisma e se

fazendo a leitura direta em °Brix. A leitura do °Brix foi corrigida em função da temperatura da amostra com base na tabela contida no manual do IAL (2008).

3.5.4 - Atividade de água

A determinação da atividade de água (Figura 3.11) foi realizada com o auxílio do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25°C, apresentando erro de $\pm 0,003$ no valor final.

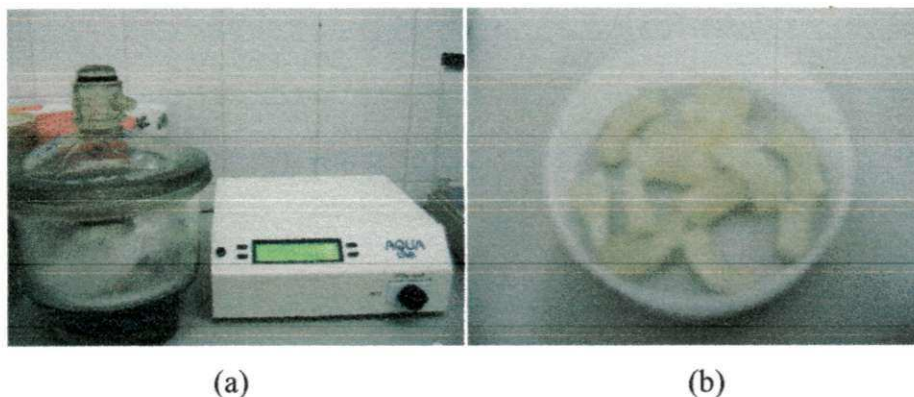


Figura 3.7– Determinador de Atividade de água (a) Dessecador com as amostras de coco (b) Cápsula contendo amostras de coco semimaduro

3.5.5 - Teor de água

Determinou-se o teor de água das amostras pelo método gravimétrico, conforme descrito pelo IAL (2008), no qual aproximadamente 5g da amostra foram levados à estufa a 105°C, até peso constante. Os resultados foram expressos em percentagem.

3.5.6 - Cinzas

As cinzas ou minerais foram determinadas por incineração, seguindo a metodologia do IAL (2008). Determinou-se a perda de massa do material seco submetido a aquecimento em mufla a temperatura de 550°C, até massa constante. Os resultados foram expressos em percentagem.

3.5.7 - Açúcares totais

O teor de açúcares totais foi determinado conforme descrito pelo IAL (2008), o qual consiste da redução do cobre presente na solução de Fehling através de açúcares invertidos. O conteúdo de açúcar presente na amostra foi obtido pelo volume de solução de açúcar necessário para reduzir completamente a solução de Fehling de volume conhecido. Os resultados foram expressos em percentagem.

3.5.8 - Análise estatística

Os dados das análises 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.

Na primeira etapa realizou-se a análise de comparação entre média de coco “in natura” semimaduro e maduro; na segunda etapa do processo realizou-se uma análise estatística levando-se em consideração os dois estádios de maturação do coco (semimaduro e maduro) com 3 concentrações (25, 35 e 45 °Brix); na terceira foram avaliadas as determinações realizadas após o processo de secagem separadamente, para cada estágio de maturação, tiras de coco semimaduro (25 °Brix seco a 50, 60 e 70°C, 35°Brix seco a 50, 60 e 70°C e 45 °Brix seco a 50, 60 e 70°C) e tiras de coco maduro (25°Brix seco a 50, 60 e 70°C, 35 °Brix seco a 50, 60 e 70°C e 45°Brix seco a 50, 60 e 70°C).

3.6- Avaliação Instrumental de Textura

A análise de textura para os cocos desidratados foi realizada empregando-se um texturômetro TAXT plus (Stable Micro Systems). Os valores obtidos são referentes à máxima força aplicada sobre a amostra, dada em Newton (N). Os probes utilizados para avaliação instrumental de textura dos cocos desidratados são mostrados na Figura 3.8.

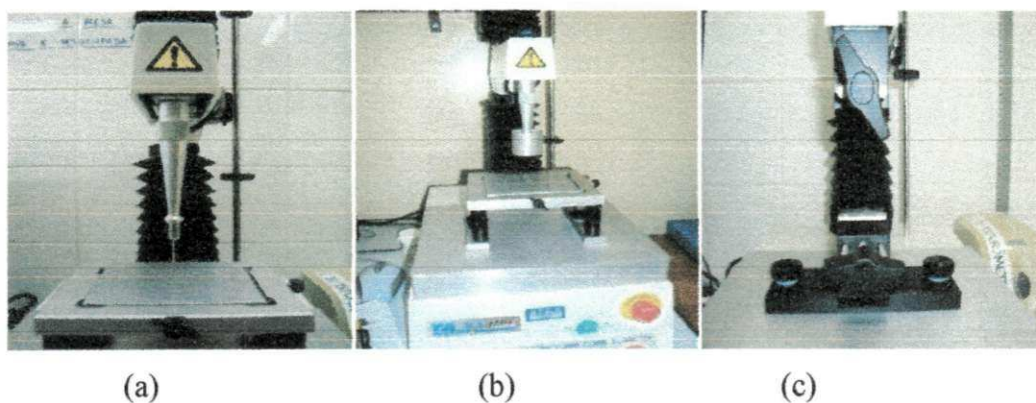


Figura 3.8- Probes utilizados na análise instrumental de textura (a) Avaliação da ruptura de fibras, (b) Avaliação da firmeza, (c) Teste de resistência à tração.

3.6.1 - Avaliação da ruptura de fibras

Foram realizados testes destrutivos da força de resistência máxima oferecida pela amostra a penetração. O teste de penetração foi realizado em tiras de coco com o probe P/2, utilizando-se uma haste cilíndrica de aço inoxidável de 2 mm de diâmetro, a uma velocidade de 3 mm/s e 80% de penetração. As medições foram realizadas no meio de cada tira; obtendo-se, assim, o valor da força máxima de penetração (N) com que o cilindro penetra o coco desidratado, rompendo as fibras.

3.6.2 – Avaliação da Firmeza

Utilizou-se o probe P/36R para medir a força (N) suficiente para comprimir 80% da amostra. Ele é formado por uma sonda cilíndrica de 36 mm de diâmetro. As amostras foram fixadas sobre a base do equipamento; em seguida, aplicou-se uma força perpendicular através da sonda cilíndrica, na superfície das amostras.

3.6.3 - Resistência à tração

Utilizou-se o probe A/TG (Tensiles graphs); as amostras foram fixadas em uma base com garras de fixação e tracionadas a uma velocidade de teste de 1 mm/s.

3.7- Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no IFCE (Instituto Federal do Ceará em Limoeiro do Norte). Avaliaram-se os atributos sabor, aroma, aparência, cor e intenção de compra dos cocos desidratados.

Realizou-se a avaliação sensorial dos cocos desidratados osmoticamente a 25, 35 e 45 °Brix, seguida de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C para o coco semimaduro. Para o coco maduro somente avaliou-se os desidratados osmoticamente a 25, 35 e 45 °Brix, seguidos de secagem em secador de bandejas a 70 °C.

O painel sensorial foi composto de 40 julgadores não treinados do sexo masculino e feminino, com faixa etária média de 22 anos, recrutados entre alunos do IFCE (Instituto Federal do Ceará) situada na cidade em Limoeiro do Norte, Ceará, que receberam esclarecimento de como deviam proceder em suas avaliações.

As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos escolhidos aleatoriamente, e apresentadas aos provadores juntamente com água, biscoito água e sal e o formulário de avaliação (Figura 3.10). Os provadores foram informados a fazer uma pausa entre uma análise e outra, servindo-se desses dois produtos no sentido de minimizar os efeitos do sabor residual deixado na boca pela amostra anteriormente, segundo MININ (2006).

Os julgadores analisaram as amostras pelo teste de Aceitação e intenção de compra. Para o teste de aceitação, utilizou-se uma escala estruturada de 1 a 5 em que: 1- Desgostei muito; 2- Desgostei; 3- Não gostei/ Nem desgostei; 4- Gostei e 5- Gostei muito e para o teste de intenção de compra foi utilizado-se a escala: 1- Certamente não compraria; 2- provavelmente não compraria; 3- talvez comprasse-talvez não comprasse; 4- provavelmente compraria; e 5- certamente compraria.

Para a análise dos resultados dos testes sensoriais, utilizou-se o programa ASSISTAT com o qual se realizou a comparação de médias através da ANOVA e, para calcular o grau de concordância entre os consumidores com relação as notas atribuídas, utilizou-se o CONSENSOR (SILVA et al., 2008).

Para a avaliação dos dados do coco semimaduro foi realizado um delineamento inteiramente casualizado, segundo esquema fatorial 3×3 (3 níveis de concentração da solução (25, 35, e 45 °Brix) e três níveis de temperaturas de secagem (50, 60 e 70°C)). Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e as médias dos tratamentos comparados aplicando-se o teste de Tukey, enquanto para a análise dos dados do coco maduro apenas realizaram-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação das médias, pelo teste de Tukey.



Figura 3.9- Teste de análise sensorial (a) Cabines prontas para os provadores realizarem o teste (b) provador realizando a análise sensorial

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

Figura 3.10- Formulário utilizado na análise sensorial para o teste de aceitação e intenção de compra dos cocos desidratados

4.0- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Cinética de desidratação osmótica

Nas Figuras 4.1 a 4.6 se encontram as curvas obtidas para avaliação da cinética de desidratação osmótica de coco nos dois estádios de maturação (semimaduro e maduro) em relação aos parâmetros perda de água, perda de massa e ganho de sólidos, respectivamente nas três soluções osmóticas estudadas (25, 35 e 45°Brix).

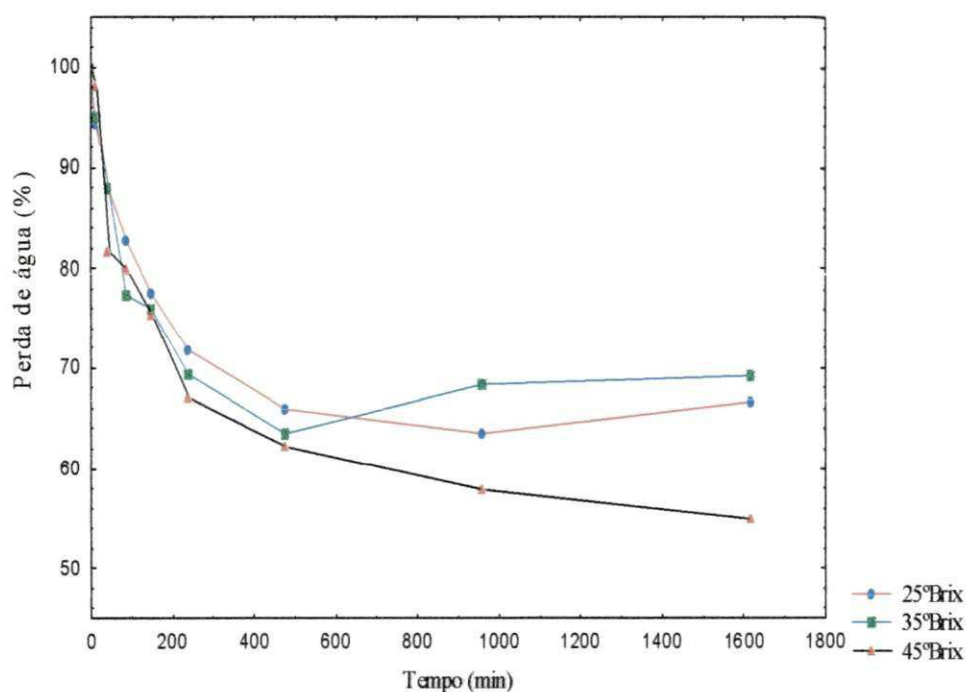


Figura 4.1 – Perda de água do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica, nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix

Observa-se, nas Figuras 4.1, 4.3, 4.4 e 4.6, que as velocidades de perda de água e ganho de sólidos foram maiores nas primeiras horas de desidratação, atingindo um máximo. Após este período, os dois fluxos de massa tenderam a diminuir até que o equilíbrio fosse estabelecido no sistema (fruto : solução osmótica), ou seja, um fluxo de massa muito reduzido em um intervalo de tempo consideravelmente grande. Este equilíbrio se deu a partir de 8 e 15 horas de osmose para o coco semimaduro e maduro, respectivamente, a partir da qual não foram observadas alterações significativas dos valores de perda de água e ganho de sólidos. Este comportamento do sistema tendendo ao

equilíbrio tem sido relatado por vários pesquisadores (ASKAR et al., 1996; PANAGIOTOU et al., 1999; SANJINÉZ-ARGADÓNA, 1999; EL-AQUAR & MURR, 2003; SOUZA NETO et al. 2004) ao estudarem a desidratação osmótica de diversas frutas, tais como maçã, kiwi, banana, goiaba, mamão, manga, respectivamente.

Verifica-se na Figura 4.1, que os tratamentos em que se utilizaram soluções de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix atingiram uma perda de água de aproximadamente 28, 31 e 45% respectivamente, e na Figura 4.2 observa-se que o aumento na concentração da solução ocasiona maior perda de massa das amostras.

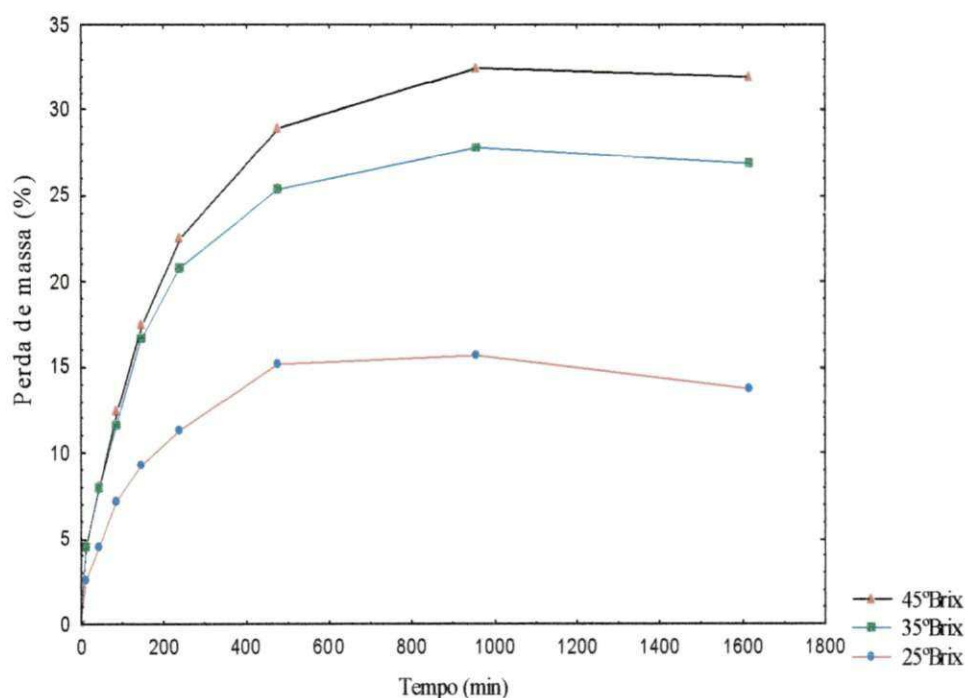


Figura 4.2 – Perda de massa do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose 25, 35 e 45 °Brix.

Observa-se ainda que, com o aumento na concentração de sacarose, as soluções osmóticas promoveram aumentos nas perdas de água e peso, durante a desidratação. Este fato pode ser explicado devido ao aumento na pressão osmótica no exterior do produto, conforme relatado por MIZRAHI et al. (2001); comportamento análogo foi observado nas pesquisas conduzidas por TALENS et al. (2002) e RASTOGI & RAGHAVARAO (2004).

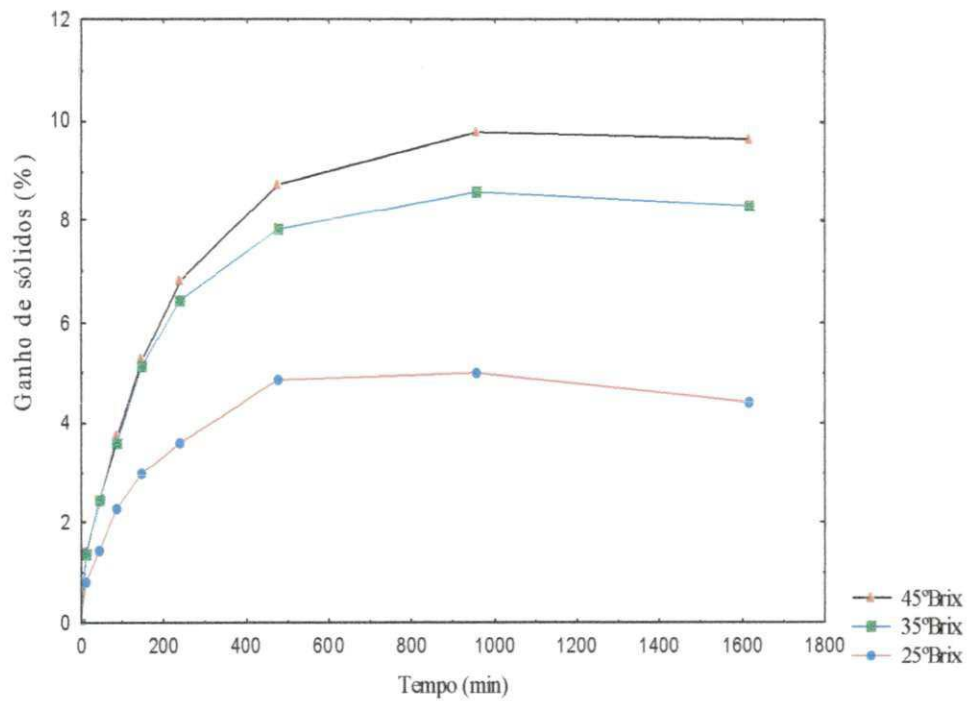


Figura 4.3 - Ganho de sólidos do coco semimaduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix

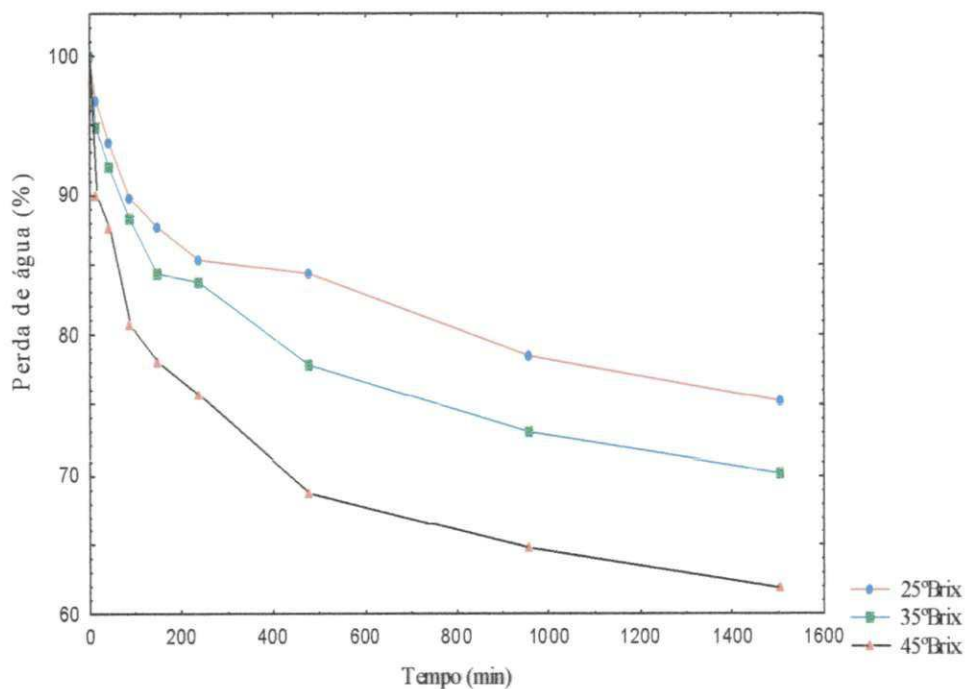


Figura 4.4 - Perda de água do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose 25, 35 e 45 °Brix

Nota-se que o uso de soluções osmóticas de concentrações maiores, apesar de ter intensificado a perda de água, apresentou o inconveniente aumento do ganho de sólidos. Segundo TORREGIANI (1993), na desidratação osmótica a perda de água é acompanhada por incorporação de sólidos como consequência das trocas difusionais que ocorrem durante o processo, devido aos gradientes de concentração. LIMA et al. (2004) e SOUZA NETO et al. (2005) observaram, durante a desidratação osmótica de melão e manga, em soluções de sacarose de diferentes concentrações, que a perda de água e o ganho de sólidos aumentaram de acordo com a concentração inicial de sacarose na solução osmótica.

Verifica-se, Figura 4.4, que os tratamentos nos quais utilizaram soluções de sacarose a 25, 35 e 45°Brix apresentaram perda de água de aproximadamente 23, 26 e 37%, respectivamente.

A perda de água das tiras de coco (Figura 4.4) foi maior que o ganho de sólidos (Figura 4.6), o que levou, conseqüentemente, a uma redução de massa (Figura 4.5). O uso do agente osmótico com elevado peso molecular, como a sacarose, provoca diminuição no ganho de sólidos e aumento na perda de água no produto, favorecendo a perda de massa (TORREGIANI, 1993).

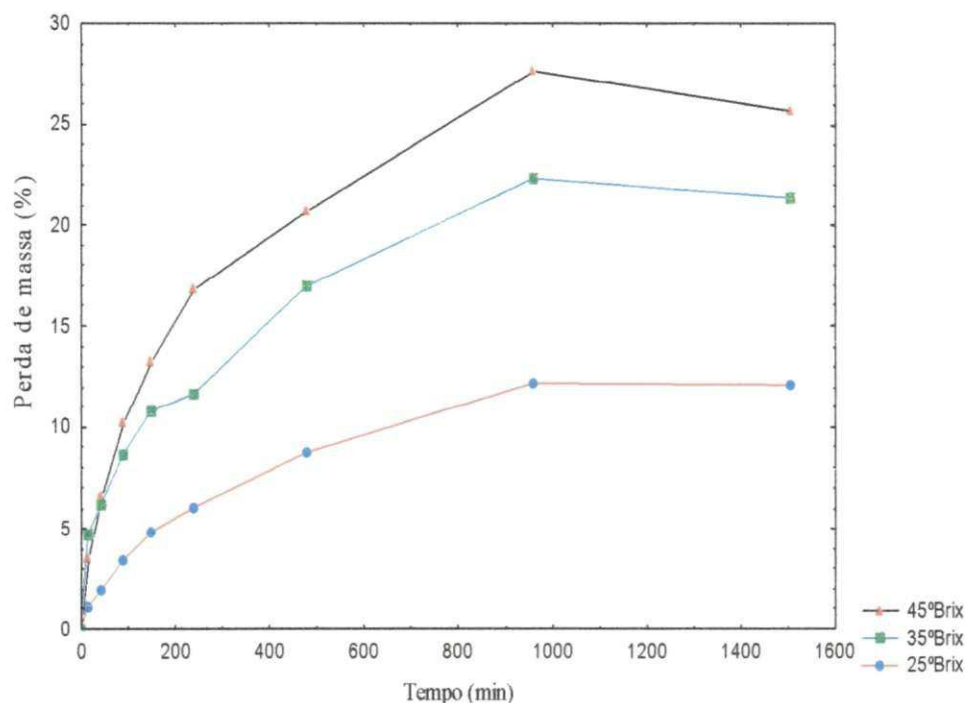


Figura 4.5 - Perda de massa do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix

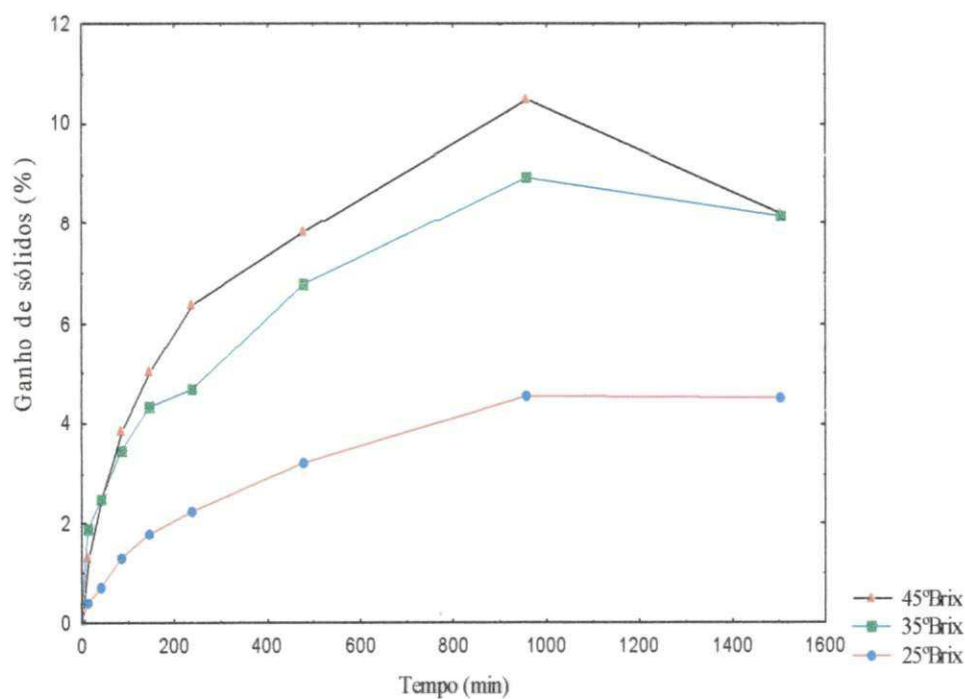


Figura 4.6 - Ganho de sólidos do coco maduro em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix

Comparando-se o mesmo processo para os dois estádios de maturação, pode-se verificar que o fluxo máximo para as tiras de coco semimaduro ocorreu mais rápido 500

mim (8 horas), que o coco maduro 900 min (16 horas). Contudo para que o equilíbrio fosse atingido na desidratação osmótica observou-se que as tiras de coco semimaduro levarão 1620 min (27 horas), enquanto que as tiras de coco maduro levarão 1500min (25 horas). Isto se deve provavelmente a estrutura do material, já que o semimaduro apresenta mais água, menos óleo e menos fibra. Porém houve o mesmo comportamento nos dois estádios de maturação para as três concentrações das soluções osmóticas, ou seja, quanto maior a concentração, maiores foram as trocas difusionais.

4.2 - Cinética de secagem

4.2.1- Cinética de secagem para o coco semimaduro

Nas Figuras 4.7 a 4.18, se encontram as curvas de secagem experimentais e preditas das tiras de coco semimaduro com prétratamento osmótico à 25, 35 e 45 °Brix desidratados em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C, com ajuste dos modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, aos dados experimentais.

Referidas curvas são uma relação entre a razão do teor de água (adimensional) e tempo (minutos). Nelas se observa que o aumento da temperatura do ar de secagem provoca redução no tempo de secagem, até que o equilíbrio seja atingindo. Nas temperaturas maiores também ocorrem maiores perdas de água e no início da secagem, pois as amostras tem um teor de água elevado, fato observado por diversos pesquisadores para inúmeros produtos agrícolas (BASUNIA & ABE, 2001; AZZOUZ et al., 2002; KAYMAK-ERTEKIN, 2002; AKPINAR et al., 2003; LAHSASNI et al., 2004; BABALIS & BELESSIOTIS, 2004 e MOHAPATRA & RAO, 2005).

Além disso, o processo de secagem se dá na ausência do período da sua taxa constante assim neste processo acontece a difusão de água do interior do produto para a sua superfície, sendo este o mecanismo físico predominante ao longo do processo. Concordantes com esta observação se acham os estudos realizados por GOUVEIA et al. (2002) e MENGES & ERTEKIN (2006), para a secagem de caju e maçã, respectivamente.

Contudo o tempo requerido para reduzir o teor de água até o equilíbrio das tiras de coco semimaduro foi de 1320 min, 1140 min e 540 min para 50, 60 e 70°C respectivamente, não havendo variação de tempo para as concentrações de sacarose estudadas dentro de uma mesma faixa de temperatura.

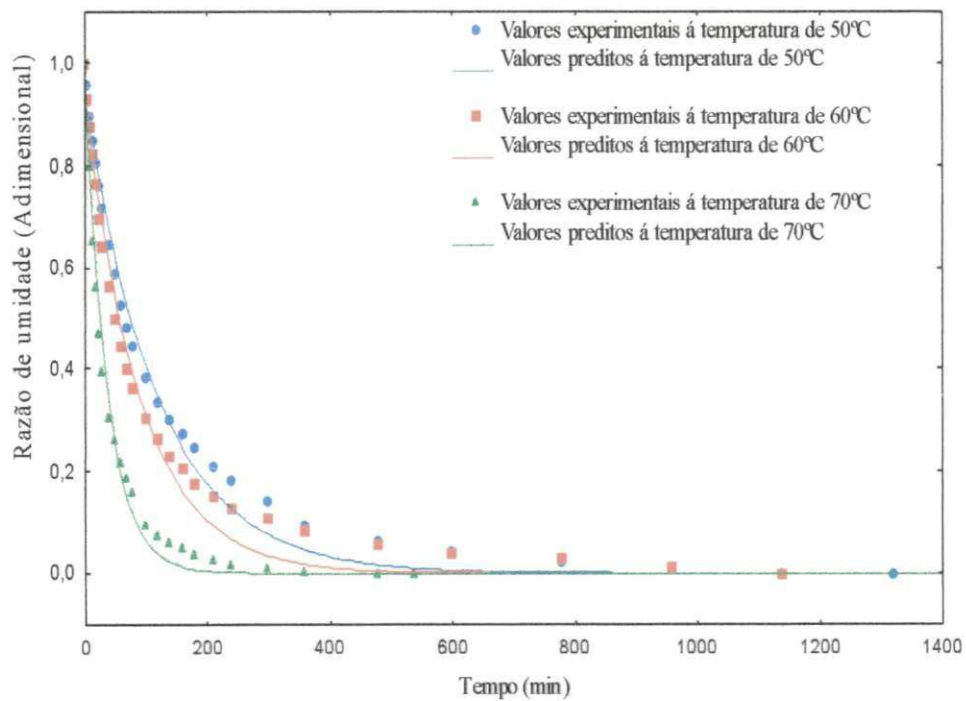


Figura 4.7 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 50, 60 e 70°C

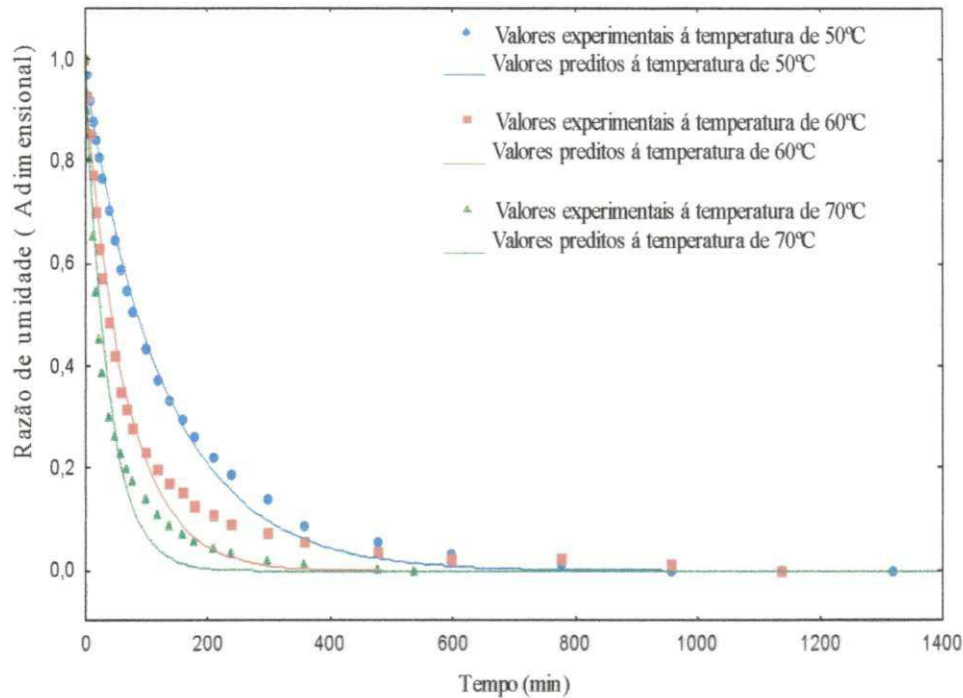


Figura 4.8 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

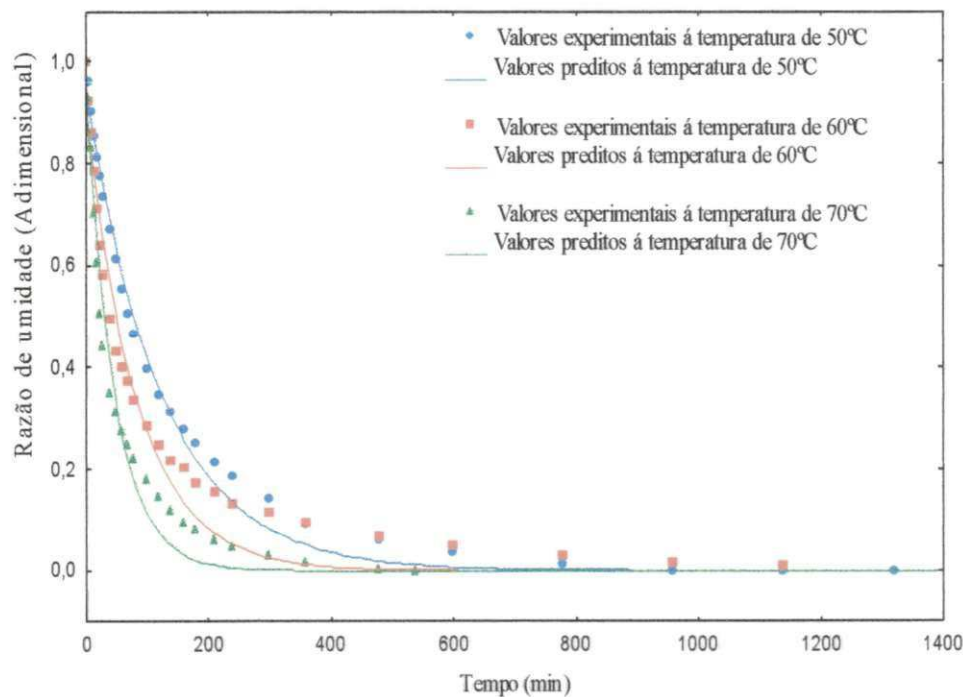


Figura 4.9 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 estão os parâmetros estimados, coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM), obtidos por meio do ajuste dos modelos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, para as tiras de coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Pode-se observar na Tabela 4.1 que o ajuste do modelo de Hederson e Pabis aos dados experimentais das tiras de coco semimaduro foi satisfatório, considerando-se os valores de coeficiente de determinação (R^2) acima de 96,56% e DQM abaixo de 0,099. Os valores do parâmetro “a” aproximam-se de 1 e “k” aumenta com a elevação da temperatura para todos os tratamentos. Comparando-se as diferentes concentrações da solução de sacarose (25, 35 e 45°Brix), a temperatura de secagem de 60°C, por exemplo, verifica-se que quase não houve diferença entre os valores do parâmetro “k”, ou seja, 0,011007, 0,014849 e 0,011889, respectivamente.

Tabela 4.1 - Parâmetros de ajuste do modelo de Henderson e Pabis (a e k), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Hederson e Pabis					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R^2 (%)	DQM (%)
		a	K		
25	50°C	0,951872	0,008365	98,790	0,048
	60°C	0,950653	0,011007	98,314	0,073
	70°C	0,996981	0,026889	99,175	0,046
35	50°C	0,977521	0,007665	99,656	0,024
	60°C	0,960302	0,014849	98,306	0,082
	70°C	0,983089	0,025997	98,019	0,078
45	50°C	0,960946	0,008118	99,216	0,035
	60°C	0,923718	0,011889	96,558	0,099
	70°C	0,976178	0,021167	97,637	0,076

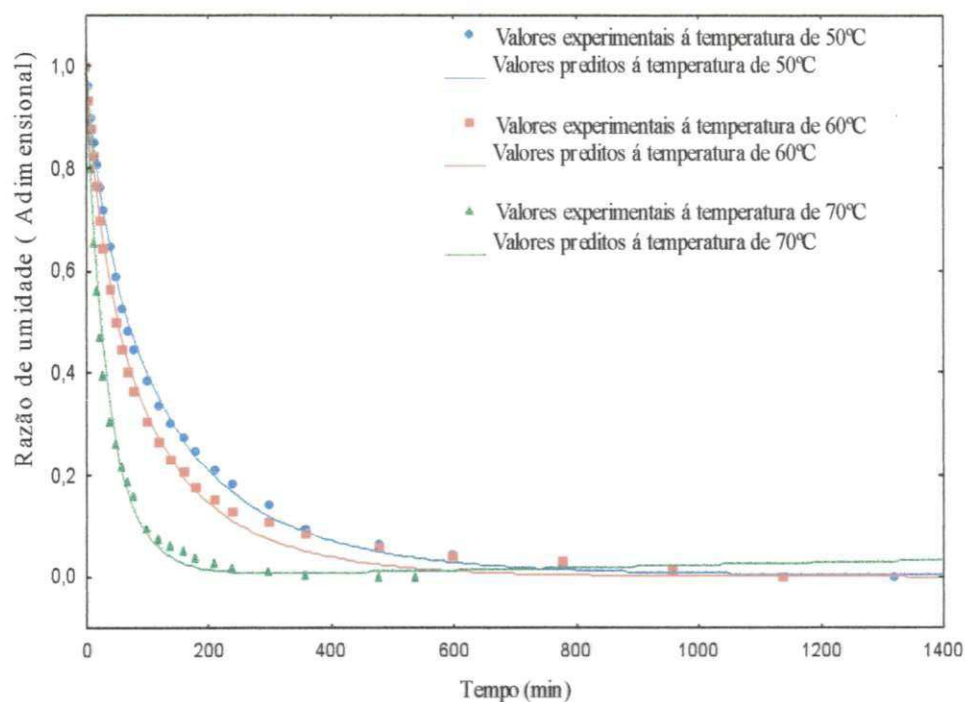


Figura 4.10 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13, nota-se um cruzamento nos dados preditos pelo modelo, para as três concentrações de sacarose, não se encontram, porém, na literatura, informações referentes a este comportamento.

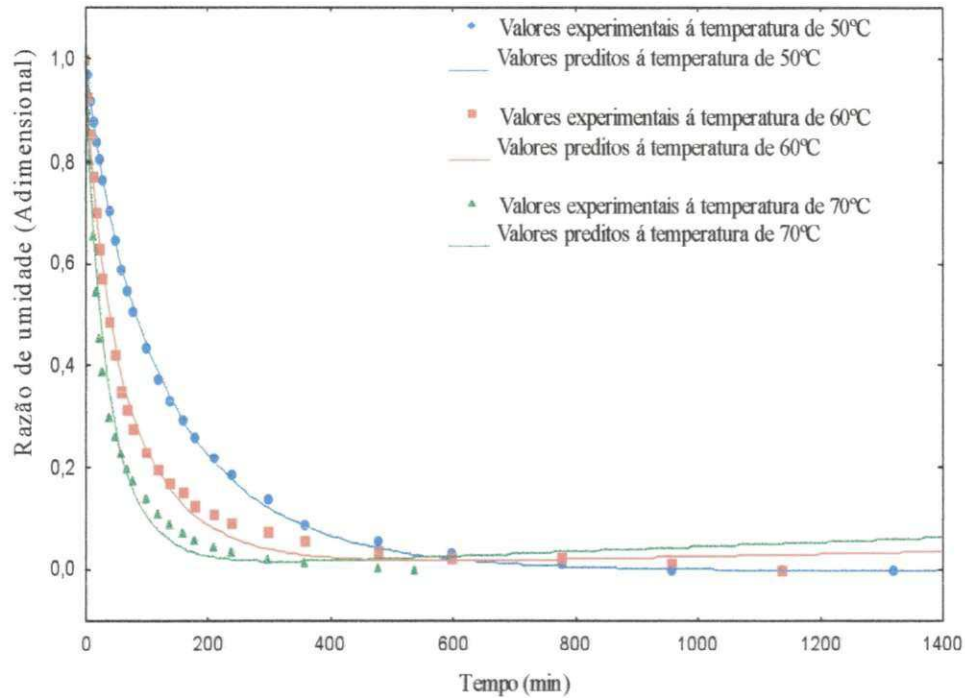


Figura 4.11 - Curvas de secagem do coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

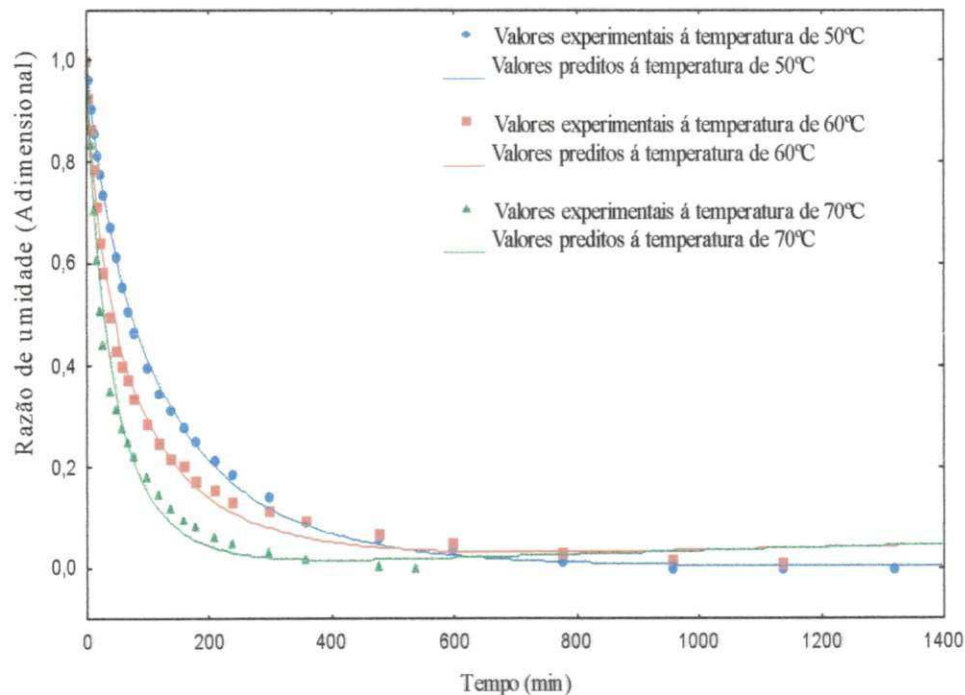


Figura 4.12 - Curvas de secagem do coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Tem-se, na Tabela 4.2, os parâmetros do modelo de Midilli, cujos valores de “**a**” são maiores que 1, variando de 1,024704 até 1,052728, “**k**” crescendo com aumento da temperatura e apresentando oscilações com a concentração de sacarose, “**n**” não apresentando comportamento específico com a variação de temperatura e concentração de sacarose. Ainda observa-se nesta Tabela observa-se que o coeficiente b tende a 0, em que é R^2 superior a 98,78% e o DQM inferior a 0,026.

As curvas de secagem ajustadas com o modelo de Page, estão nas Figuras 4.13, 4.14 e 4.15 e os parâmetros na Tabela 4.3. Este modelo se ajusta bem aos dados da cinética de secagem, fato que pode ser comprovado verificando-se não apenas as curvas mas também o coeficiente de determinação R^2 , o qual se apresenta superior a 98,77% e DQM menores que 0,052. Os valores do parâmetro k crescem com a elevação da temperatura de secagem e aumento na concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico e “**n**” tem valores variando entre 0,711262 e 0,911317.

Tabela 4.2 - Parâmetros de ajuste do modelo de Midilli (a, k, n e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Midilli							
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2 (%)	DQM (%)
		a	k	n	b		
25	50°C	1,042852	0,030021	0,749539	0,000003	99,742	0,007
	60°C	1,044059	0,037972	0,743270	0,000000	99,446	0,026
	70°C	1,033805	0,043054	0,881302	0,000024	99,439	0,012
35	50°C	1,024704	0,016430	0,851642	-0,000002	99,922	0,006
	60°C	1,044687	0,042589	0,769706	0,000026	99,386	0,013
	70°C	1,043689	0,055326	0,810472	0,000045	98,862	0,015
45	50°C	1,032510	0,023440	0,793027	0,000003	99,841	0,003
	60°C	1,050656	0,054147	0,685720	0,000033	99,111	0,010
	70°C	1,052728	0,053207	0,780876	0,000035	98,78	0,013

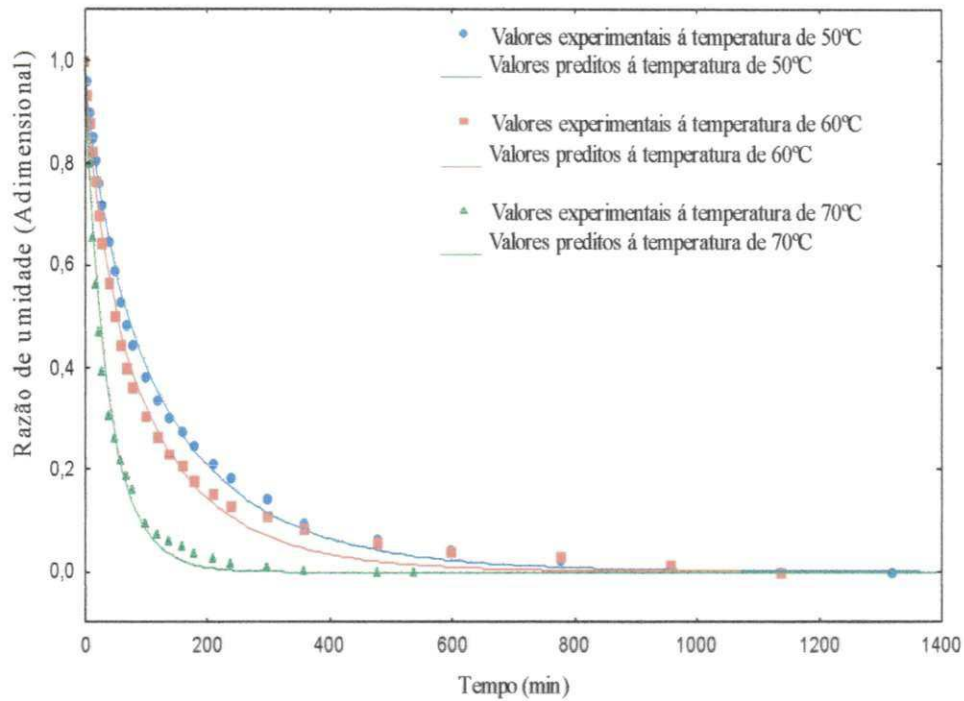


Figura 4.13 - Curvas de secagem do coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

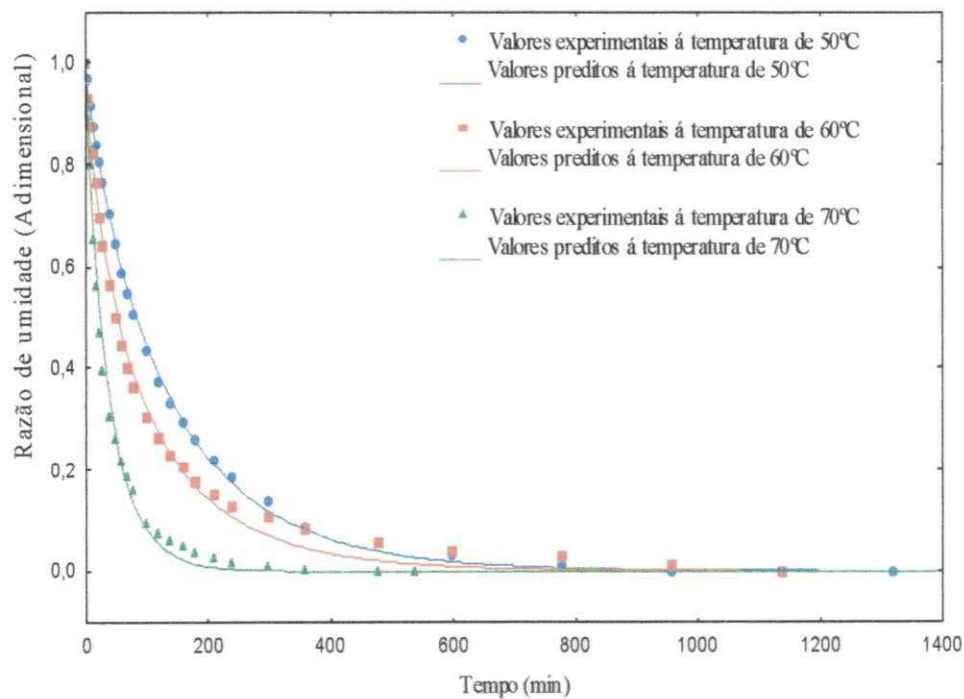


Figura 4.14 - Curvas de secagem do coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

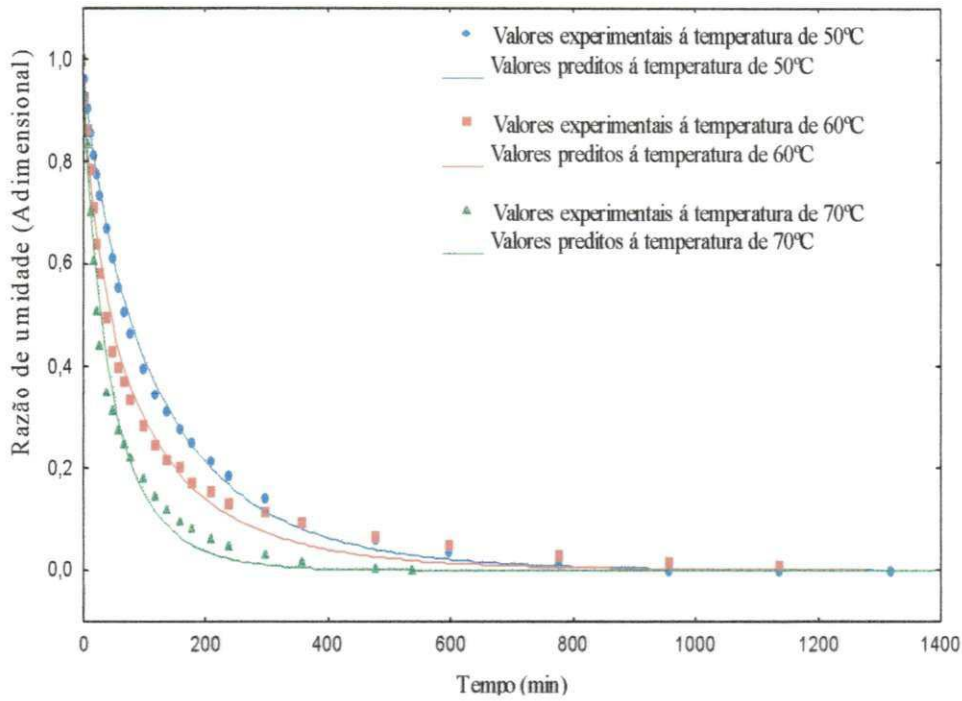


Figura 4.15 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Tabela 4.3 - Parâmetros de ajuste do modelo de Page (k e n), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Page					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R^2 (%)	DQM (%)
		k	N		
25	50°C	0,022316	0,801357	99,641	0,027
	60°C	0,029210	0,790787	99,352	0,044
	70°C	0,036947	0,911317	99,341	0,035
35	50°C	0,013254	0,890143	99,885	0,016
	60°C	0,034563	0,805083	99,17	0,052
	70°C	0,047875	0,833633	98,647	0,048
45	50°C	0,018538	0,833791	99,773	0,020
	60°C	0,045031	0,711262	98,778	0,050
	70°C	0,046525	0,815066	99,352	0,043

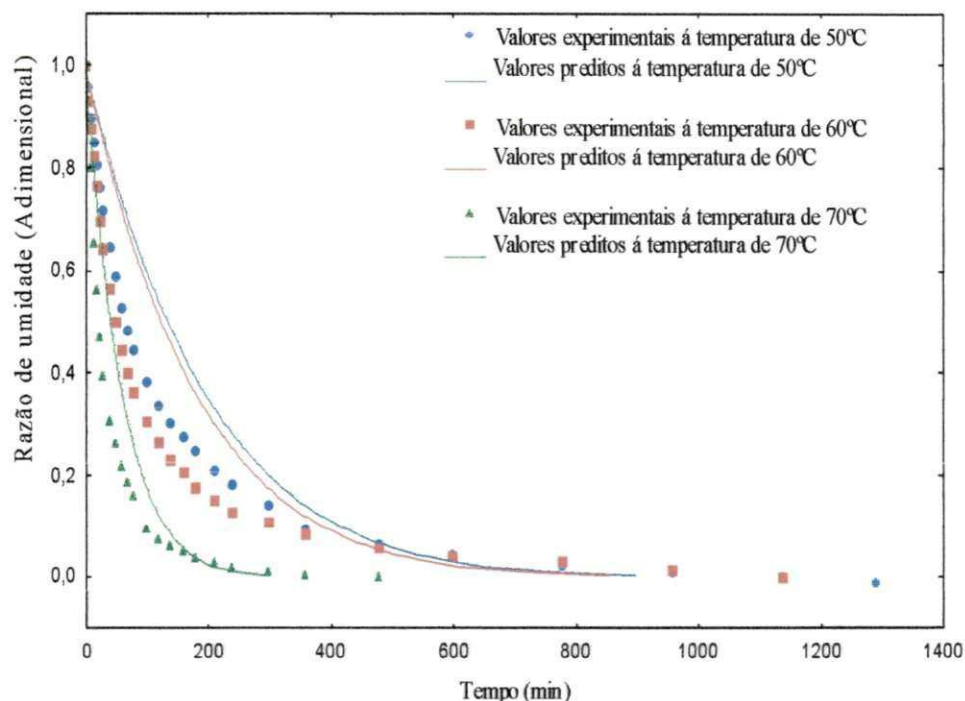


Figura 4.16 - Curvas de secagem do coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

De acordo com as curvas de secagem elaboradas com o modelo de Thompson, Figuras 4.16, 4.17 e 4.18, e os parâmetros do modelo, Tabela 4.4, percebe-se que este modelo matemático para o tratamento osmótico a 25 °Brix e temperatura de secagem 60°C tem um R^2 acima de 86,58% e um DQM alto, atingindo o valor de 178,73 o que implica no fato de que o modelo não representa satisfatoriamente os dados experimentais. Além de não prever os dados até o final da secagem, isto se deve a inexistência de logaritmo de número 0 existente no modelo da equação de Thompson.

Ele também não aproxima os dados experimentais da curva nos trechos iniciais, encontrando-se bastante distante; contudo no trecho próximo ao final da curva de desidratação os pontos preditos estão mais próximos dos experimentais; comportamento semelhante se encontra nos estudos de SILVA et al. (2003), quando estudaram a desidratação osmótica de banana da terra verde para diferentes concentrações de sais (1:10, 1:15 e 1:20) e diferentes espessuras (1,0, 1,25, 1,5 e 1,75mm) das fatias de banana, em temperatura ambiente.

As constantes “a” e “b” se apresentam de forma negativa e “a” aumenta com o acréscimo da temperatura, diferentemente de “b”, que não apresenta comportamento específico.

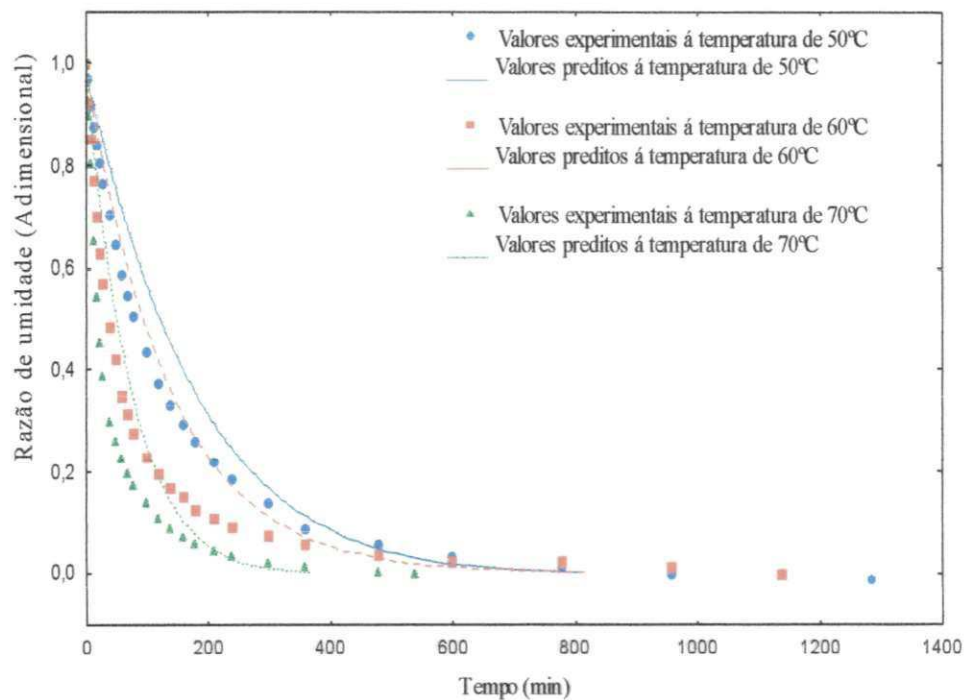


Figura 4.17 - Curvas de secagem do coco semimaduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

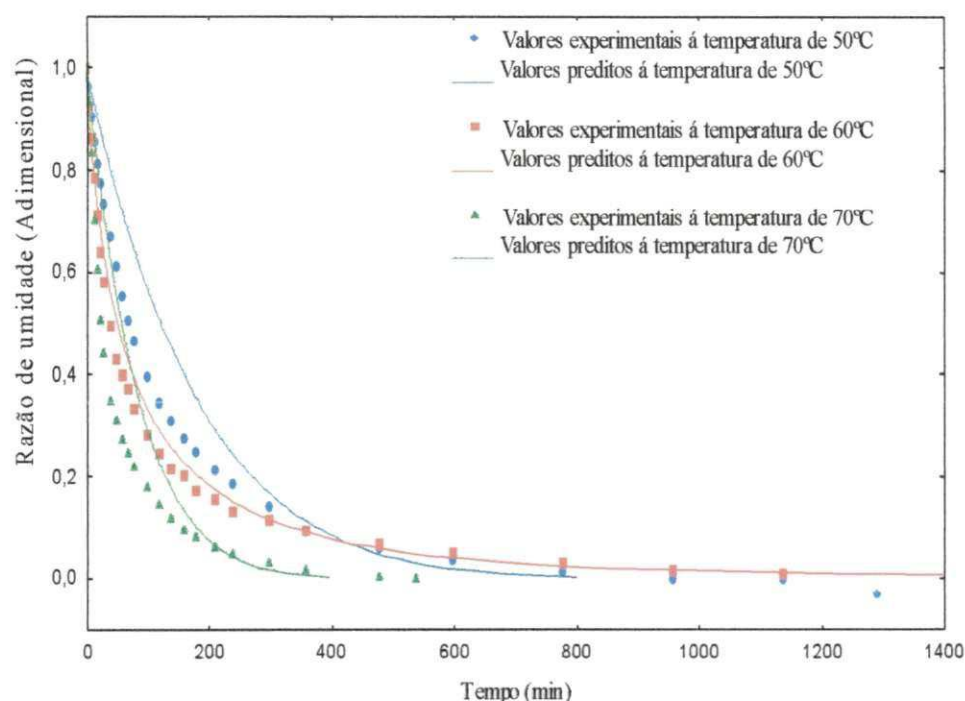


Figura 4.18 - Curvas de secagem do coco semi- maduro com pré-tratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Tabela 4.4 - Parâmetros de ajuste do modelo de Thompson (a e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco semimaduro com pré-tratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Thompson					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R^2 (%)	DQM (%)
		a	B		
25	50°C	-200,283	-8,37993	94,06	151,78
	60°C	-184,288	-6,91539	88,29	178,73
	70°C	-61,1510	-1,84159	95,96	38,78
35	50°C	-183,470	-8,18038	96,87	86,90
	60°C	-138,350	-0,393799	86,58	139,55
	70°C	-76,6221	-2,58991	92,42	5,17
45	50°C	-182,003	-8,06666	95,89	102,62
	60°C	-43,2902	44,38556	98,49	21,33
	70°C	-85,8700	-3,28962	94,09	3,93

De modo geral e se avaliando os quatro modelos matemáticos empregados para a representação do processo de desidratação das tiras de coco semimaduro nas diferentes condições experimentais, constata-se que os mesmos representam satisfatoriamente o processo, R^2 acima de 96,56% e DQM abaixo de 0,099, exceto o modelo de Thompson, que o coeficiente de determinação e o quadrado médio dos desvios são insatisfatórios; contudo o modelo de Midilli pode ser considerado o melhor, uma vez que seu coeficiente de determinação (R^2), foi superior a 98,78 e DQM abaixo de 0,026. Ainda analisando, verifica-se que em todos eles os valores da constante “k”, aumentam com a elevação da temperatura, demonstrando, desta forma, sua dependência com este fator. Análogos a isto se encontram os trabalhos de DOYMAZ (2005); KOOLI et al. (2007) e SILVA et al. (2008).

4.2.2- Cinética de secagem para o coco maduro

Nas Figuras 4.19 a 4.30 se encontram, os dados experimentais e preditos pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson para as tiras de coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

De maneira análoga às tiras de coco semimaduro, referidas curvas são uma relação entre razão de teor de água e tempo. Pode-se notar que o aumento da temperatura de secagem ocasiona diminuição no tempo para se atingir o equilíbrio. Assim o tempo necessário para reduzir o teor de água até o equilíbrio foi de 1320 min, 960 min e 780 min para a secagem feita a 50, 60 e 70°C, respectivamente, não havendo variação de tempo para as concentrações de sacarose estudadas dentro de uma mesma faixa de temperatura, exceto para as tiras de coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix e secagem a 50°C, o qual apresentou tempo total 1140 min.

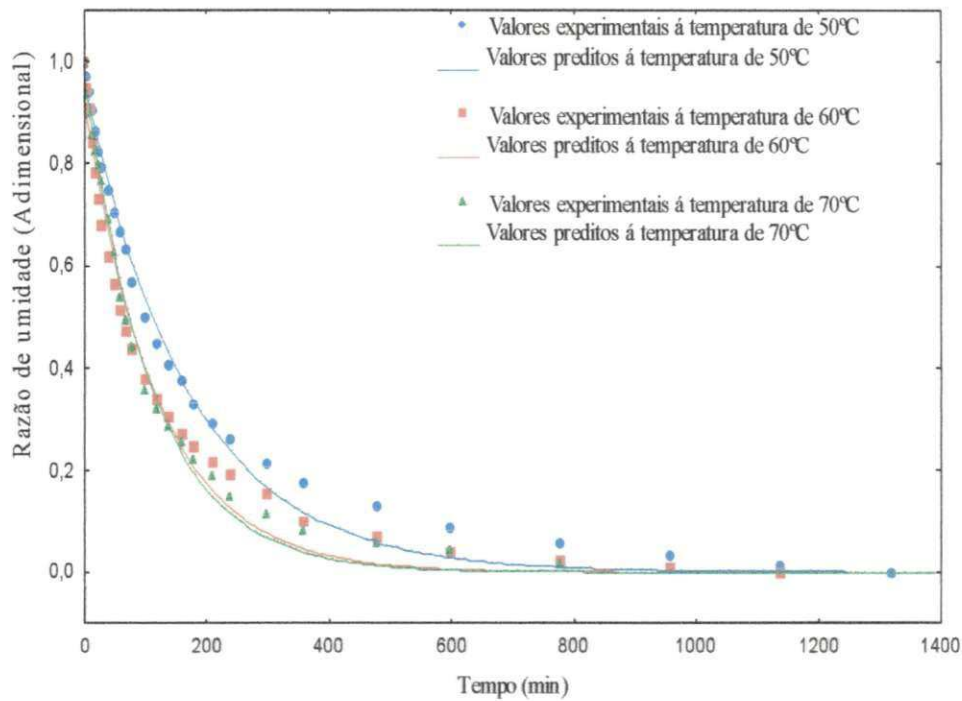


Figura 4.19 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

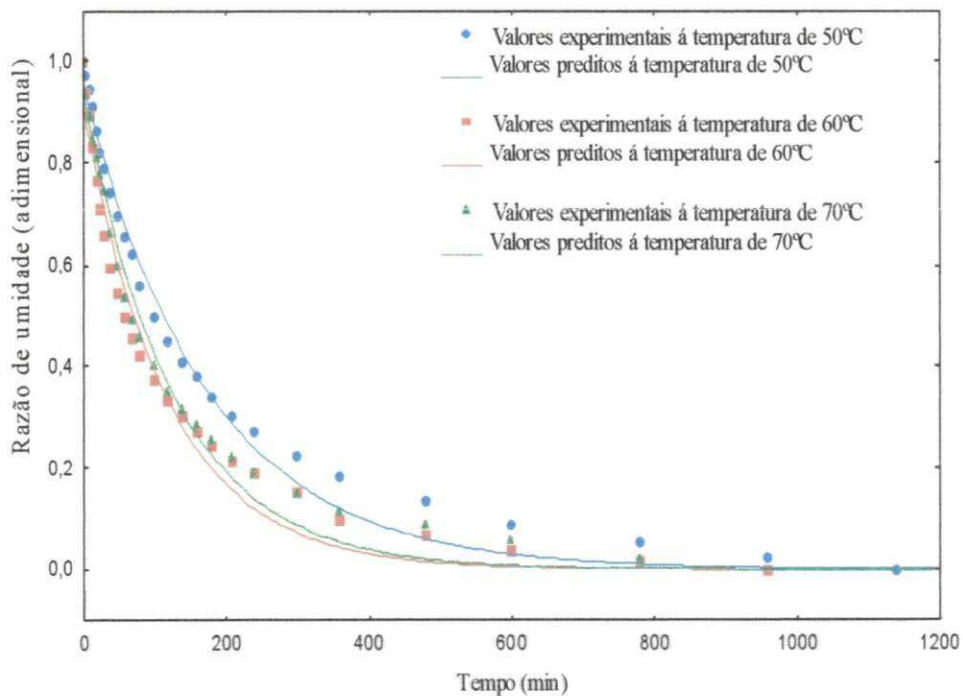


Figura 4.20 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

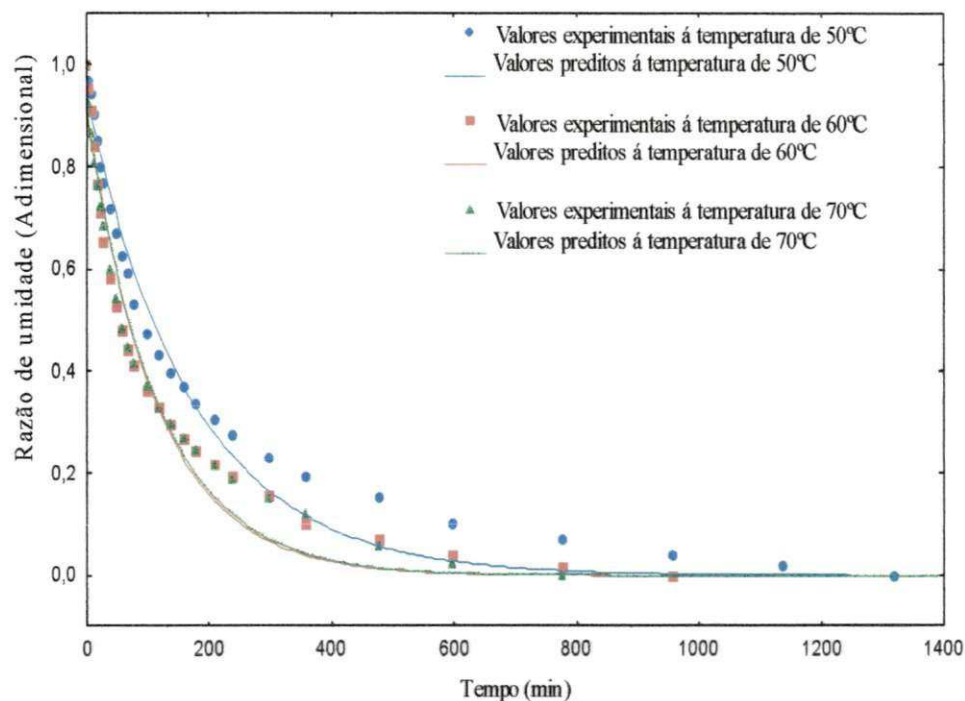


Figura 4.21 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Para as tiras de coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, os parâmetros estimados coeficiente de determinação (R^2) e quadrático médio dos desvios (DQM), obtidos através do ajuste dos modelos de Henderson e Pabis, Midilli, Page e Thompson, estão apresentados nas Tabelas 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8.

Na Tabela 4.5 encontram-se os parâmetros do ajuste do modelo de Henderson e Pabis aos dados experimentais das tiras de coco maduro. O comportamento das tiras de coco maduro foram de forma semelhante as das tiras de coco semimaduro para todos os tratamentos. Observaram-se diferenças nos parâmetros coeficiente de determinação (R^2) e DQM. Consta-se, nesta Tabela, que os coeficientes de determinação estão acima de 96,81% e o quadrado médio dos desvios estão abaixo de 0,085 e os valores do coeficiente “a” da equação de Henderson e Pabis aproximam-se de 1.

Fazendo-se uma comparação entre as diferentes concentrações da solução de sacarose (25, 35 e 45°Brix) com a mesma temperatura de secagem, por exemplo, 50°C,

nota-se que os valores de “k” (0,005817, 0,005750 e 0,005798) são muito próximos, pois a mudança entre esses valores ocorre na 4 casa decimal.

Tabela 4.5 - Parâmetros de ajuste do modelo de Henderson e Pabis (a e k), coeficiente de determinação (R²) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Henderson e Pabis					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R ² (%)	DQM (%)
		a	K		
25	50°C	0,966902	0,005817	99,050	0,085
	60°C	0,932753	0,008292	98,080	0,054
	70°C	0,978929	0,008883	99,260	0,039
35	50°C	0,962661	0,005750	98,740	0,086
	60°C	0,919174	0,008434	97,476	0,054
	70°C	0,945167	0,008912	98,415	0,051
45	50°C	0,944751	0,005798	97,860	0,0615
	60°C	0,924968	0,008725	96,816	0,063
	70°C	0,910869	0,009437	97,455	0,049

Nas Figuras 4.22, 4.23 e 4.24, percebe-se um cruzamento dos dados preditos pelo modelo de Midilli nos tempos finais do experimento, para as diferentes concentrações de sacarose e temperaturas analisadas no experimento. Este procedimento ocorreu também quando se empregou o modelo para descrever a secagem de tiras de coco semimaduro.

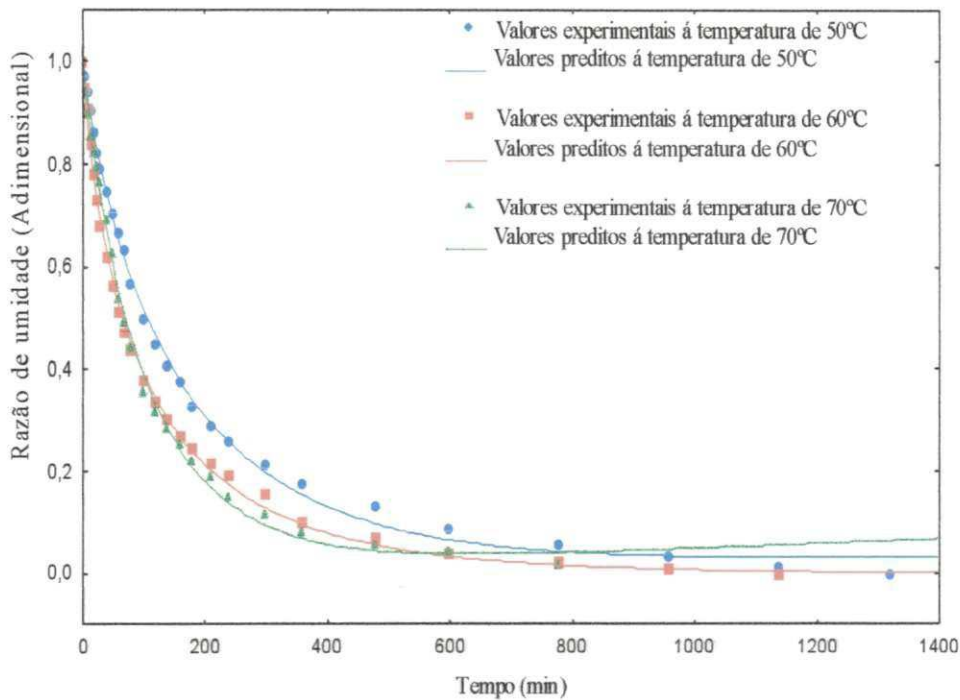


Figura 4.22 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

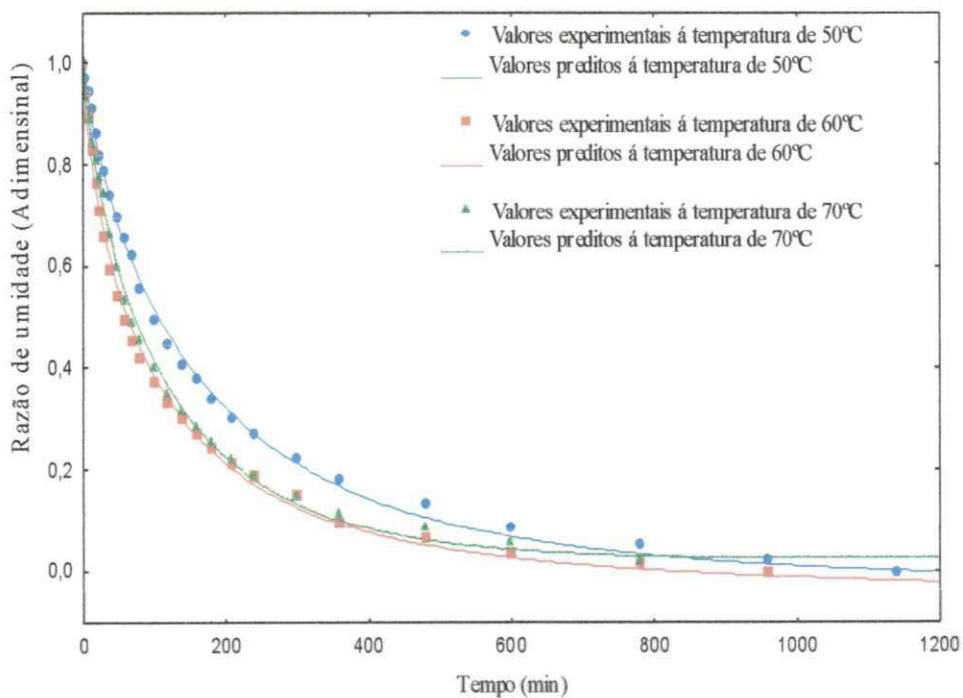


Figura 4.23 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

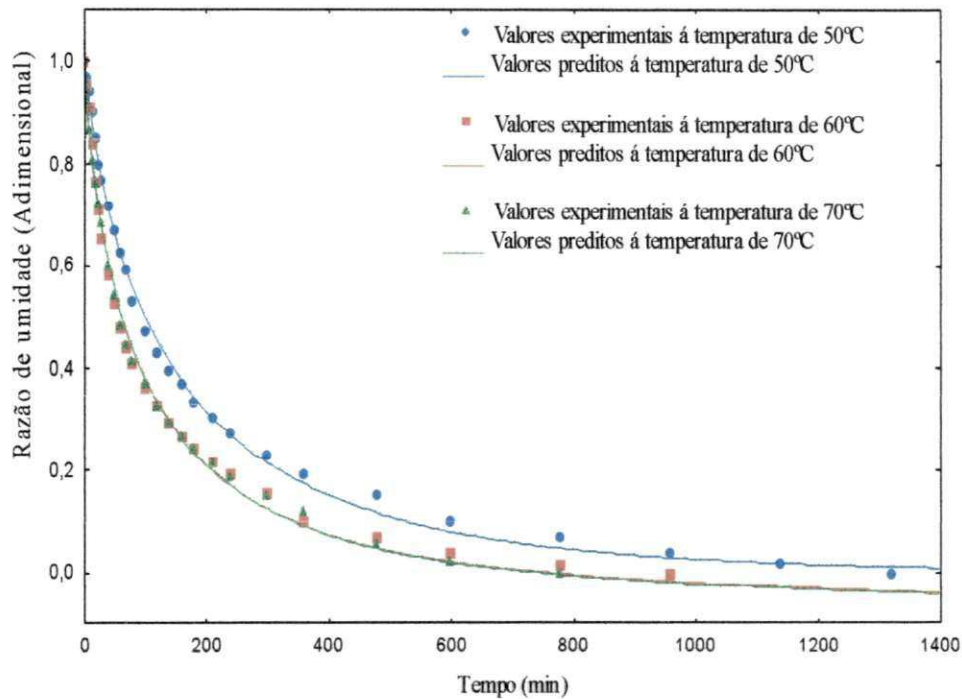


Figura 4.24 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Midilli, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Na Tabela 4.6 são apresentados os parâmetros com ajuste ao modelo matemático de Midilli dos dados da cinética de secagem para o coco maduro. Os valores de “a” e “k” aumentam com a elevação na concentração de sacarose; comportamento inverso observa-se nos valores dos coeficientes n e b, os quais diminuem. O coeficiente de determinação (R^2) tem valores acima de 99,114%, quadrado médio dos desvios inferior a 0,008.

Nas Figuras 4.25, 4.26, 4.27 e Tabela 4.7 encontram-se as curvas de secagem ajustadas e os parâmetros do modelo de Page. Os valores dos parâmetros “n” variam de 0,721357 a 0,832691 e “k” aumentam com o acréscimo no °Brix e oscila com a variação de temperatura, assim como no modelo de Midilli para o coco maduro. O coeficiente de determinação R^2 , é superior a 99,017% e DQM menor que 0,033.

Tabela 4.6 - Parâmetros de ajuste do modelo de Midilli (a, k, n e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Midilli							
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros				R²(%)	DQM (%)
		a	k	n	b		
25	50°C	1,025301	0,015542	0,819883	0,000022	99,75	0,000
	60°C	1,044974	0,037541	0,705042	0,00	99,653	0,006
	70°C	1,019455	0,016036	0,887883	0,000049	99,657	0,003
35	50°C	1,049369	0,023349	0,738218	-0,000011	99,675	0,008
	60°C	1,047271	0,045374	0,668476	-0,000021	99,516	0,010
	70°C	1,035423	0,028586	0,752424	0,000020	99,658	0,006
45	50°C	1,053367	0,030035	0,694865	0,00	99,55	0,008
	60°C	1,059788	0,049743	0,653310	-0,000030	99,114	0,016
	70°C	1,037433	0,045648	0,666218	-0,000032	99,658	0,007

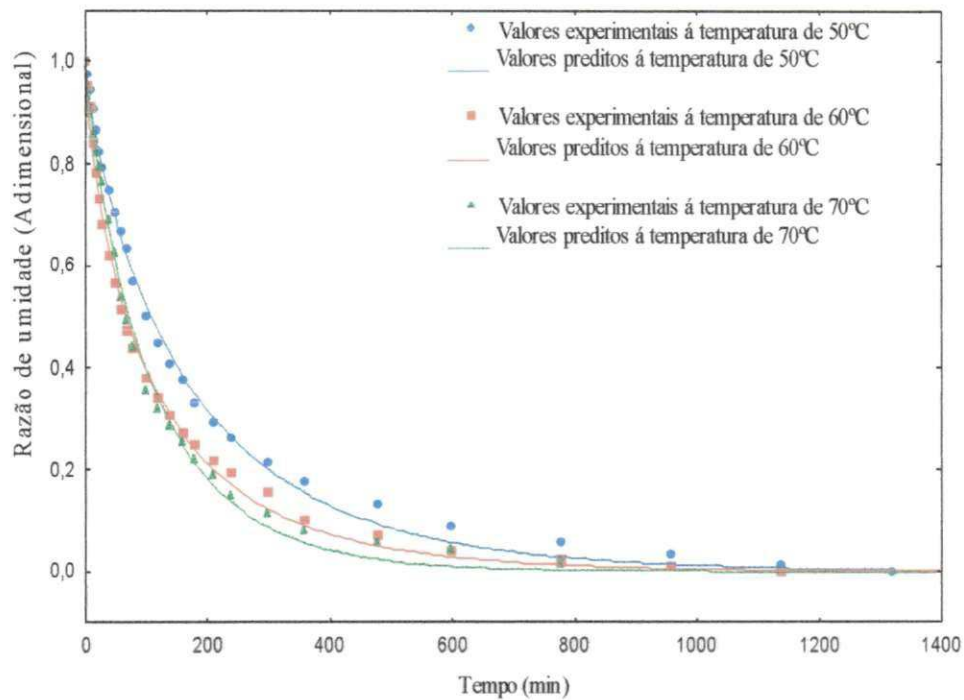


Figura 4.25 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

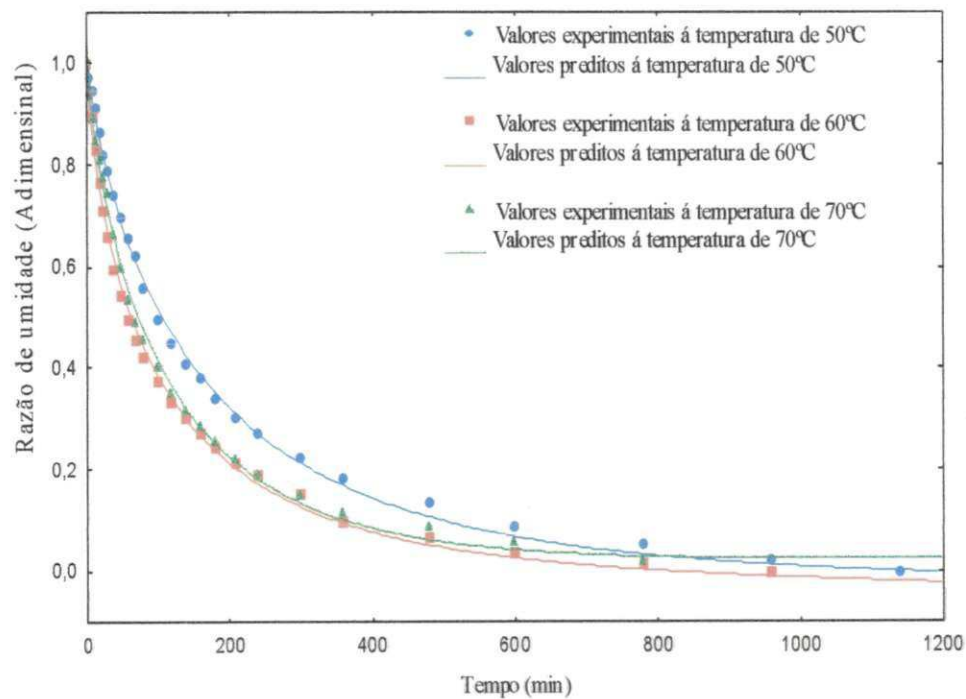


Figura 4.26 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

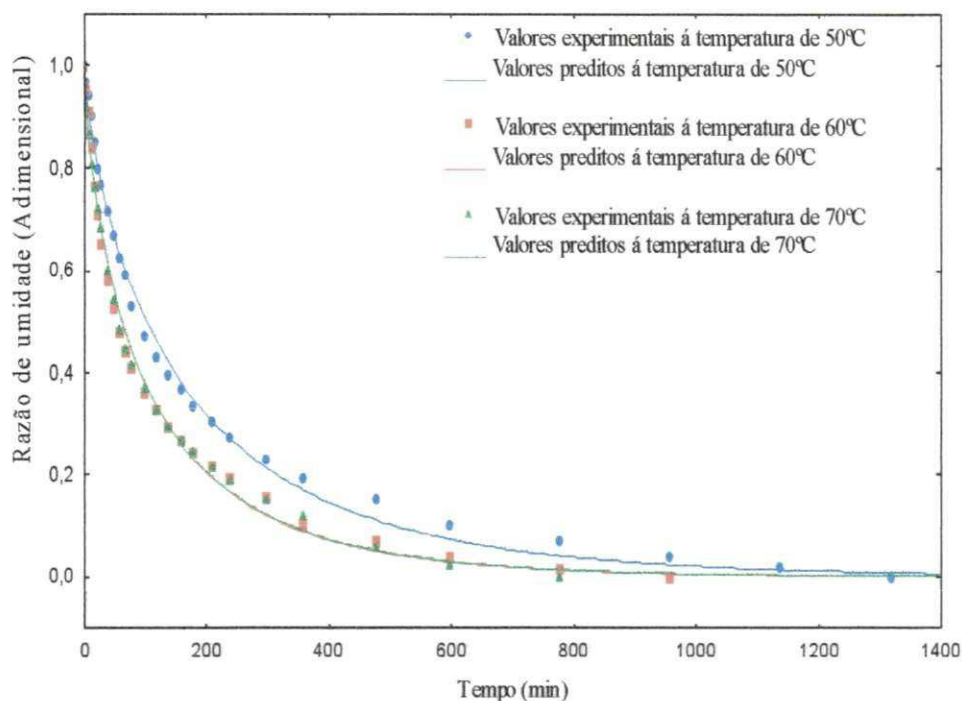


Figura 4.27 - Curvas de secagem do coco maduro com prétratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Page, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Tabela 4.7 - Parâmetros de ajuste do modelo de Page (k e n), coeficiente de determinação (R²) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Page					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R ² (%)	DQM (%)
		k	n		
25	50°C	0,013841	0,832691	99,644	0,030
	60°C	0,028208	0,754693	99,538	0,025
	70°C	0,014734	0,895285	99,502	0,029
35	50°C	0,014937	0,816554	99,752	0,028
	60°C	0,032880	0,728461	99,438	0,020
	70°C	0,022643	0,790200	99,524	0,026
45	50°C	0,020669	0,756244	99,357	0,033
	60°C	0,033685	0,726313	99,017	0,280
	70°C	0,034406	0,721357	99,536	0,014

De acordo com as Figuras 4.28, 4.29, 4.30 e Tabela 4.8, percebe-se que o modelo de Thompson não descreveu, de forma satisfatória, o processo de secagem, pois apesar de ter coeficiente de determinação (R^2) acima de 93,42%, apresenta um DQM superior a 10%, exceto para a secagem a 70°C e concentração de sacarose das tiras de coco maduro de 25 °Brix. Os valores de DQM chegam a 199,41 %. Observa-se, neste modelo, que existem cruzamento das curvas, principalmente ao final do tempo de secagem o que não ocorre com os dados experimentais; portanto, esta equação passa a não prever satisfatoriamente os dados experimentais. Este também não aproxima os dados experimentais no início da curva e não prediz os dados finais da secagem.

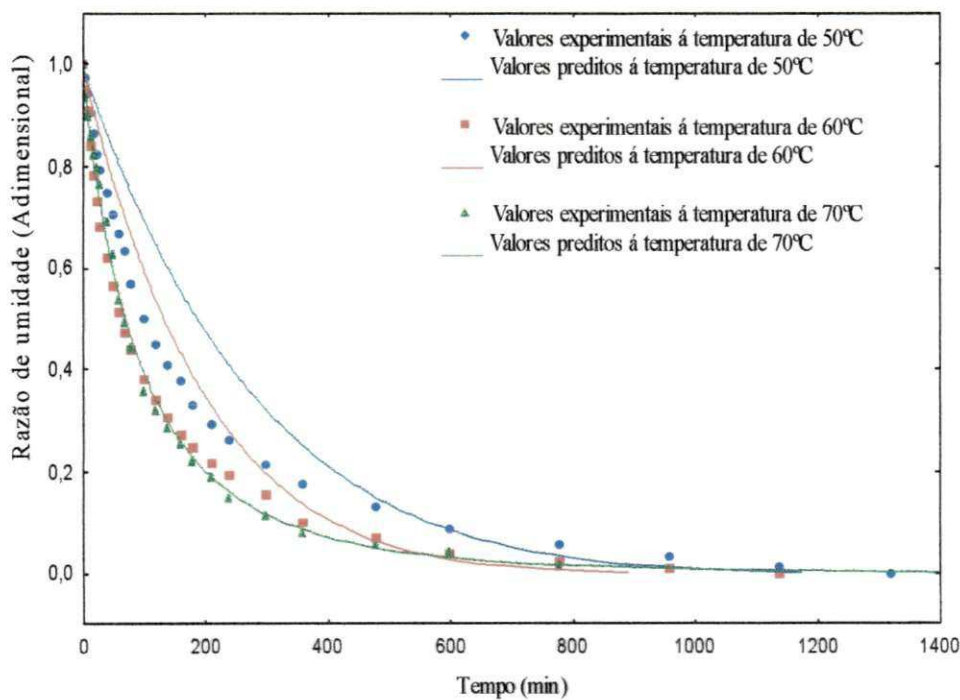


Figura 4.28 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 25 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

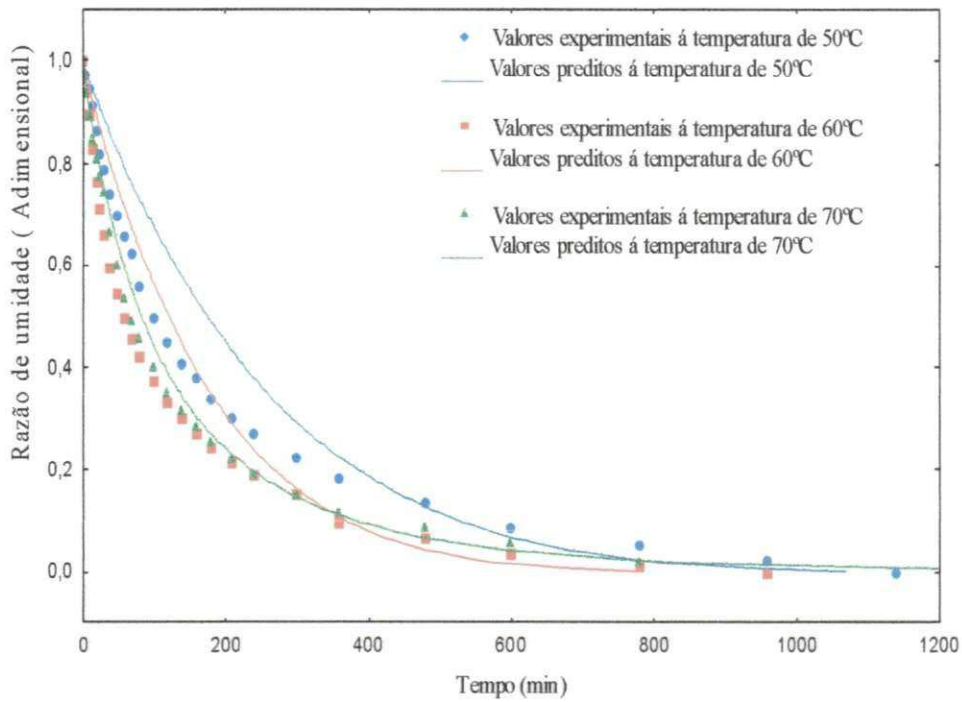


Figura 4.29 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 35 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

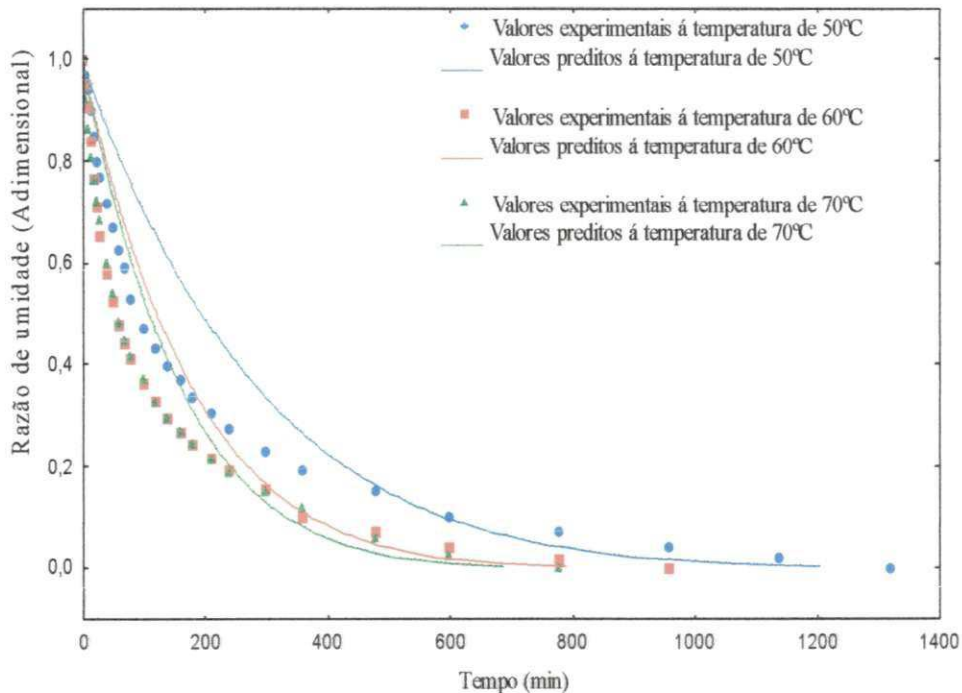


Figura 4.30 - Curvas de secagem do coco maduro com pré-tratamento osmótico a 45 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Thompson, obtidas por regressão não linear nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Tabela 4.8 - Parâmetros de ajuste do modelo de Thompson (a e b), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o coco maduro com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

Modelo de Thompson					
°Brix	Temperatura (°C)	Parâmetros		R^2 (%)	DQM (%)
		a	B		
25	50°C	-281,531	-14,2230	94,64	173,98
	60°C	-199,347	-8,39352	94,06	152,88
	70°C	-83,1864	26,99673	98,98	1,92
35	50°C	-263,337	-14,11	95,24	137,79
	60°C	-180,911	8,28311	94,47	121,16
	70°C	-100,348	29,47507	98,65	17,09
45	50°C	-292,502	-15,1845	93,42	199,41
	60°C	-182,338	-8,40646	93,66	124,97
	70°C	-164,504	-8,30808	95,17	89,34

Fazendo-se uma avaliação geral para a cinética de secagem das tiras de coco semimaduro e maduro com prétratamento osmótico e ajuste nos 4 modelos matemáticos, percebe-se que todos os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais, exceto, Thompson. As curvas neste modelo não foram bem representadas. Em quase todos os tratamentos os valores de “k” variaram proporcionalmente com o acréscimo de temperatura, “b” apresenta valores negativos e próximos de 0, “a” tendendo a 1 e para o modelo de Midilli o valor de “a” maior que 1 e menor que 2; enquanto no mesmo modelo existe cruzamento entre as curvas (dados preditos) nos dois estádios de maturação

Ocorre redução no tempo de secagem com a elevação da temperatura e não nota-se comportamento de redução deste tempo com a variação da concentração de sacarose e estágio de maturação, pois as tiras de coco semimaduro contêm elevada quantidade de água e baixos teores de lipídeos e fibras, e as tiras de coco maduro tem teor menor de água o que deveria apresentar uma redução no tempo final da secagem; no entanto, este

fato não ocorre devido, provavelmente, a sua composição (altos teores de fibras e lipídeos) dificultar o processo de difusão da água.

4.3 - Avaliação físico-química

4.3.1 - Avaliação físico-química do coco semimaduro e maduro “*in natura*”

Na Tabela 4.9 encontram-se as médias da caracterização físico-química das tiras de coco semimaduro e maduro “*in natura*”. Conforme esperado, ocorreram diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, para todos os parâmetros estudados nos dois estádios de maturação, pois, de acordo com FONTES et al. (2002), o valor nutricional do coco varia conforme seu estado de maturação, e à medida em que amadurece, há elevação de todos os constituintes, exceto do teor de água.

ARAGÃO et al. (2002), encontraram, estudando a composição química do albúmen sólido de frutos de coco seco, em estágio de maturação avançado, em população de coqueiros gigante, as seguintes amplitudes de variação: teor de água 39,21 a 50,06%; cinzas 1,59 a 2,06%; acidez 1,76 a 2,67ml/100g.

Para as tiras de coco maduro, neste experimento, o teor de água encontra-se próximo a este valor, diferentemente das cinzas e acidez, em que os valores encontrados são bem menores. Constata-se também na Tabela 4.9 que o pH, as cinzas, a atividade de água e os açúcares redutores, diminuem significativamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey quando se comparam as tiras do coco semimaduro com as tiras do coco maduro; no entanto, nesta mesma comparação a acidez, os sólidos solúveis e os açúcares totais, aumentaram significativamente.

Tabela 4.9 – Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro e maduro “*in natura*”

Maturação	PARÂMETROS						
	Teor de água	pH	Acidez	SST*	Cinzas	Aw (25°C)	AT**
Semimaduro	77, 59 a	7,14 a	0,06 b	8,03 b	1,10 a	0,98 a	18,55 b
Maduro	53,53 b	6,47 b	0,08 a	12,90 a	0,98 b	0,97 b	22,30 a
DMS	4,61	0,08	0,03	0,17	0,11	0,00	0,00
CV %	3,09	0,56	0,72	0,74	4,49	0,08	0,00

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

*Sólidos solúveis totais (°Brix)**AT Açúcar total

DMS diferença mínima significativa

CV % coeficiente de variação em %

4.3.2- Avaliação físico-química das tiras do coco semimaduro e do coco maduro desidratado osmoticamente a 25, 35 e 45 °Brix

Na Tabela 4.10 encontram-se as médias da caracterização físico-química das tiras de coco semimaduro e do coco maduro desidratado osmoticamente em soluções de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix. Para o teor de água, acidez, atividade de água, açúcares totais os valores das tiras de coco diminuíram significativamente ao passar do estágio de maturação semimaduro para o estágio de maturação maduro, no entanto observa-se um comportamento diferente para pH, sólidos solúveis e cinzas, que aumentaram com a passagem do estágio de maturação do coco de semimaduro para coco maduro.

Analisando o teor de água na Tabela 4.10 observa-se que existem diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade para quase todos os tratamentos, constatando-se perda do teor de água com o aumento da concentração na desidratação osmótica para os dois níveis de maturação do coco. Nesta Tabela também se constata que o menor valor do teor de água das tiras de coco foi encontrado quando elas foram submetidas à desidratação em solução osmótica a 45 °Brix em estágio de maturação maduro. O valor obtido foi de 32%, representando uma redução do valor inicial (*“in natura”*) de 21,34%.

O pH mais baixo das tiras do coco semimaduro, observado na Tabela 4.10, é consequência da maior acidez do coco neste estágio de maturação quando se compara com o coco maduro. O menor valor obtido foi para o tratamento das tiras do coco semimaduro submetido a desidratação osmótica em solução de sacarose com 25 °Brix ocorrendo redução desta média em relação ao inicial de, 69,74%.

Nesta Tabela também se constata que os valores dos sólidos solúveis totais (°Brix) para as tiras de coco semimaduro e maduro desidratado osmoticamente na solução de sacarose de 25 °Brix, aumentaram para valores superiores a 6 e 10 pontos percentuais, respectivamente em comparação aos valores obtidos para as tiras de coco *“in natura”* que foi de 8,03 °Brix para as tiras de coco semimaduro de 12,90 °Brix para as tiras de coco maduro.

Com relação às cinzas, na Tabela 4.10 verifica-se que não existem diferenças significativas entre os tratamentos do coco semimaduro submetido a uma desidratação

osmótica na solução com 35 °Brix e a realizada com 45 °Brix. Situação igual ocorre para o coco maduro. Verifica-se também nessa tabela que não existem diferenças significativas entre o coco semimaduro e o maduro que foi submetido a desidratação osmótica com 25 °Brix.

No parâmetro atividade de água ocorrem diferenças significativas entre os tratamentos a atividade de água diminui em função do aumento da concentração da solução osmótica de 25 para 45 °Brix, para as tiras do coco semimaduro e do coco maduro.

Na Tabela 4.10 os açúcares totais aumentaram com o aumento da concentração da solução osmótica do processo de desidratação para cada condição de maturação do coco (semimaduro e maduro). Conforme esperado, observa-se que existiu aumento deste valor em relação ao coco “*in natura*.”

Tabela 4.10 – Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro e maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix

Maturação	Brix	PARÂMETROS						
		Teor de água	pH	Acidez	SST*	Cinzas	Aw (25°C)	AT**
Semimaduro	25	55,31 a	4,98 e	0,18 a	18,59 e	0,63 c	0,97 b	47,65 c
	35	47,32 b	5,76 d	0,11 c	26,21 d	0,85 b	0,96 c	47,77 b
	45	43,05 c	6,19 c	0,08 d	28,45 b	0,78 b	0,94 e	55,71 a
Maduro	25	47,35 b	6,31 b	0,12 b	18,63 e	0,67 c	0,98 a	30,35 f
	35	38,48 d	6,57 a	0,08 d	26,83 c	1,03 a	0,96 c	33,25 e
	45	32,19 e	6,56 a	0,08 d	30,28 a	1,05 a	0,95 d	41,75 d
DMS		1,05	0,06	0,00	0,13	0,08	0,00	0,00
CV %		0,88	0,39	0,20	0,18	3,80	0,07	0,00

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

*Sólidos solúveis totais(°Brix)**AT Açúcar total

DMS diferença mínima significativa

CV % coeficiente de variação em %

4.3.3- Avaliação físico-química do coco semimaduro e maduro seco nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix

Os valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro seco nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, e , passado por um prétratamento de desidratação parcial em solução de sacarose nas concentrações de 25, 35 e 45 °Brix, encontram-se na Tabela 4.11, na qual existe uma redução no teor de água final, ou teor de água de equilíbrio, em função da temperatura de secagem, quando se analisam as tiras de coco submetidas a cada uma das diferentes concentrações. Observa-se também que a elevação da temperatura e da concentração de sacarose favoreceram a maior remoção de água, pois para a temperatura de secagem de 50°C e com tratamentos osmótico a 25 °Brix a redução foi de 66,86 pontos percentuais e para a temperatura de secagem de 70°C com prétratamento osmótico a 45 °Brix a diferença é de 72 pontos percentuais.

Analisando-se o pH na Tabela 4.11, observa-se que seu aumenta com o aumento da temperatura de secagem e com o aumento da concentração da solução de sacarose durante o processo de prétratamento osmótico. Com relação à acidez, verifica-se o processo contrário, ou seja, a acidez diminui com o aumento da temperatura de secagem e com o aumento da concentração da solução osmótica feita durante o prétratamento; exceção se faz para as tiras de coco secas na temperaturas de 50, 60 e 70°C com prétratamento em solução osmótica a 25 °Brix.

Relativo ao teor de sólidos solúveis totais constata-se que a temperatura de secagem não teve efeito significativo sobre este parâmetro, uma vez que se analisando cada concentração de solução da sacarose (25, 35 e 45 °Brix) os valores de SST das tiras de coco semimaduro não diferiram significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. No entanto quando se compara os valores dos SST das tiras de coco semimaduro nas diferentes concentrações de sacarose, observam-se diferenças significativas entre os tratamentos, ocorrência que também foi observada por SOUZA et al. (2003) e UNGULINO et al. (2006), em suas pesquisas.

Com relação às cinzas, observa-se na Tabela 4.11, que para cada concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótica ocorre uma redução significativa das cinzas das tiras de coco maduro, em função do aumento da temperatura, exceto para as tiras de coco seca na temperatura de 70°C com prétratamento osmótico na concentração de sacarose, de 45 °Brix.

Para a atividade de água, nota-se na Tabela 4.11, que para as tiras de coco semimaduro com prétratamento em soluções de sacarose de 25, 35 e 45°Brix e temperatura de secagem de 50, 60 e 70°C não ocorre um comportamento específico desses dados, porém quando se comparam tais valores com os do fruto “*in natura*”, percebe-se que ocorreu uma redução de valores entre 0,94 e 0,98 com valores que estão entre 0,56 e 0,64, o que se deve, provavelmente à diminuição do teor de água durante o processo de secagem. No entanto, os dados encontram-se dentro da faixa de atividade de água estabelecida para frutas secas, ou seja, entre 0,51 a 0,89, de acordo com FRANCO & LANDGRAF (2008)

Na mesma Tabela observa-se que os açúcares totais aumentaram com o aumento da Temperatura de secagem para uma mesma concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico das tiras de coco semimaduro, verifica-se também que ocorrerão aumentos dos valores de açúcares totais, em relação ao coco “*in natura*” pois, além das tiras de coco terem ganhado açúcar no processo de desidratação osmótica, houve uma concentração desses valores após a remoção da água, durante o processo de secagem.

Tabela 4.11 – Valores médios da caracterização físico-químicas do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas a temperatura de 50, 60 e 70°C

°Brix	Temperatura (°C)	PARÂMETROS						
		Teor de água	pH	Acidez	SST*	Cinzas	Aw (25°C)	AT**
25	50	10,73 a	5,05 e	0,42 b	45,15 c	1,81a	0,56 e	66,69 f
	60	7,71 d	4,96 f	0,38 c	45,19 c	1,59 b	0,57 de	66,86 d
	70	6,83 e	4,10 h	0,69 a	45,27 c	0,85 e	0,53 f	66,86 d
35	50	10,42 ab	5,96 b	0,17 e	47,48 b	1,53 bc	0,59 c	66,87 d
	60	10,27 ab	5,82 c	0,22 d	47,55 b	1,23 d	0,64 a	66,79 e
	70	6,56 e	4,62 g	0,45 b	47,71 b	0,86 e	0,58 cd	66,86 d
45	50	9,88 b	6,32 a	0,16 e	55,05 a	1,58 b	0,57 cde	83,42 c
	60	8,53 c	5,93 b	0,18 e	55,19 a	1,41 c	0,62 b	83,47 b
	70	5,59 f	5,44 d	0,22 d	54,91a	1,60 b	0,64 a	83,53 a
	DMS	0,56	0,05	0,03	0,73	0,16	0,02	0,02
	CV%	2,31	0,32	3,36	0,52	4,03	1,12	0,00

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

*Sólidos solúveis totais(°Brix)**AT Açúcar total

DMS diferença mínima significativa

CV% coeficiente de variação em %

Na Tabela 4.12 encontram-se as médias da caracterização físico-química do coco maduro seco as temperaturas de 50, 60 e 70°C depois de receber um prétratamento osmótico em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix. Observa-se, nesta Tabela que o pH, a acidez e as cinzas das tiras de coco maduro, embora existam diferenças significativas entre os tratamentos, não se percebe a ocorrência de uma tendência de comportamento dos valores. Com relação aos parâmetros teor de água e atividade de água (A_w) das tiras de coco maduro, constata-se que ele diminui com o aumento da temperatura e aumenta com o aumento da concentração da solução osmótica do prétratamento.

Analisando os sólidos solúveis totais (SST) e os açúcares totais das tiras de coco maduro tem-se, na Tabela 4.12, para uma mesma concentração de prétratamento osmótico não ocorreu diferença significativa entre os processos de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C); contudo, quando se comparam os valores entre as diferentes concentrações de solução de sacarose feita no prétratamento osmótico, percebe-se que houve um aumento deste valor com a elevação da concentração de sacarose, cujo o maior valor encontrado de SST foi de 36,98% para o prétratamento osmótico de 45 °Brix e temperatura de secagem de 70°C.

Tabela 4.12 – Valores médios da caracterização físico-químicas do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem a temperatura de 50, 60 e 70°C

°Brix	Temperatura (°C)	PARAMETROS						
		Teor de água	pH	Acidez	SST	Cinzas	Aw (25°)	AT*
25	50	5,62 c	6,40 c	0,16 bc	22,34 d	1,81 c	0,64 bc	33,46 b
	60	5,25 de	5,34 e	0,21a	22,64 d	1,97 bc	0,55 d	33,47 b
	70	4,86 f	6,37 c	0,17 b	22,08 d	2,13 ab	0,45 e	33,38 b
35	50	5,61 c	6,55 a	0,13 ef	29,37 c	1,80 c	0,66 ab	33,43 b
	60	5,29d	6,06 d	0,12 g	29,40 c	1,82 c	0,64 bc	33,42 b
	70	4,97 ef	6,47 b	0,14 cde	29,91 c	1,84 c	0,42 e	33,45 b
45	50	8,33 a	6,58 a	0,13 fg	36,32 b	2,20 a	0,68 a	47,71 a
	60	6,50 b	6,6 a	0,15def	36,40 ab	2,06 ab	0,65 bc	47,68 a
	70	5,12 def	6,4 c	0,15 cd	36,98 a	1,92 bc	0,62 c	47,78 a
DMS		0,32	0,05	0,01	0,64	0,18	0,03	0,00
CV (%)		1,84	0,29	3,46	0,77	4,47	1,89	0,00

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

*Sólidos solúveis totais (°Brix)**AT Açúcar total

DMS diferença mínima significativa

CV % coeficiente de variação em %

Então fazendo-se uma avaliação geral da caracterização em todos os tratamentos e estádios de maturação pode-se verificar que: O teor de água decresce com a elevação do estádio de maturação, concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico e temperatura de secagem.

Para o coco semimaduro ocorre redução significativa dos valores de pH nos processamentos, fato este também relatado por MOTA (2005) ao estudar a avaliação físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidos a desidratação osmótica, e ELIAS et al. (2008) que fizeram uma avaliação nutricional e sensorial de caqui submetido a desidratação osmótica e secagem por convecção. Contudo, para o coco maduro ocorreu aumento do pH após o prétratamento osmótico e redução mínima do pH após a secagem. Esta ocorrência é similar à dos estudos feitos por FORNI et al., (1997) ao estudarem a desidratação osmótica de cubos de damasco. De modo geral, tanto as tiras de coco "*in natura*" quanto as tiras de coco desidratados apresentarão pH superior a 4,5, sendo considerados alimentos de baixa acidez, de acordo com FRANCO & LANDGRAF (2008)

Em relação à acidez observa-se diferença significativa na maioria dos tratamentos após a secagem, apresentando-se superior ao "*in natura*", fato semelhante ao pesquisado por ELIAS et al. (2008). Ocorreu não apenas aumento com a elevação da temperatura de secagem mas também redução com aumento na solução de sacarose utilizada no prétratamento osmótico, assim como com o grau de maturação mais avançado (coco maduro), fator este explicado, pelo decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos uma vez que são largamente utilizados como substrato no processo respiratório (CHITARRA & CHITARRA, 2005; MAIA et al. 2009).

Analisando-se os sólidos solúveis totais, ocorreu aumento deste componente em relação ao estádio de maturação e elevação da concentração de sacarose usada no prétratamento osmótico e leve aumento com a elevação da temperatura de secagem; tal resultado mostra que o açúcar do coco se concentra quando a água é retirada pelo processo de secagem. Além disso, é importante salientar que durante a desidratação osmótica parte do soluto utilizado é absorvido pela fruta, contribuindo para aumentar os sólidos solúveis totais, resultado também encontrado por CANEPPELE et al., (2001) e ELIAS et al., (2008).

ARAGÃO et al. (2002), encontraram 1,89 % de cinzas ou matéria mineral para frutos secos de coqueiros híbridos, valor, próximo ao encontrado neste estudo para o coco semimaduro e maduro, após os processos de secagem. OLIVEIRA (2007) também encontrou valores próximos a esses em banana nanica desidratada, obtida por secagem *HTST (High Temperature Short Time)*.

Para a atividade de água observou-se redução de seus valores com os seguintes efeitos: elevação da concentração de sacarose, temperatura de secagem e estágio de maturação. Os valores encontrados após a secagem indicaram uma média de 0,59. Este valor é considerado, microbiologicamente, estável, de acordo com ORDÓÑEZ et al. (2005); JAY (2005); SOUZA NETO & SOUSA (2008); FRANCO & LANDGRAF (2008).

4.4 – Avaliação Instrumental do Atributo de Textura

4.4.1- Avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco Semimaduro

Os dados para o estudo da avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco Semimaduro, encontram-se nas Figuras 4.31, 4.32 e 4.33 respectivamente que representam, no eixo y, a força dada em Newton (N) e, no eixo x, os tratamentos (tiras de coco com prétratamento osmótico a 25, 35 e 45 °Brix e temperatura do fluxo de ar na secagem de 50, 60 e 70°C).

Para análise da Firmeza, Figura 4.31, observa-se, com a elevação da concentração de sacarose, um aumento da força necessária para comprimir 80% da amostra. Avaliando-se as três concentrações de sacarose e temperaturas de secagem, nota-se que as maiores forças empregadas para comprimir as tiras de coco ocorrem quando elas são submetidas a secagem na temperatura de 70°C e a força máxima foi para a maior concentração de sacarose e temperatura de secagem (45 °Brix e 70°C), este valor igual a 387,24 N, o que pode ser justificado pela redução do teor de água e aumento na concentração dos sólidos solúveis. Esta afirmação encontra respaldo nos resultados obtidos por SOUZA et al. (2003), quando estudaram a secagem em estufa de goiabas desidratadas osmoticamente, visto que os autores obtiveram resultados semelhantes.

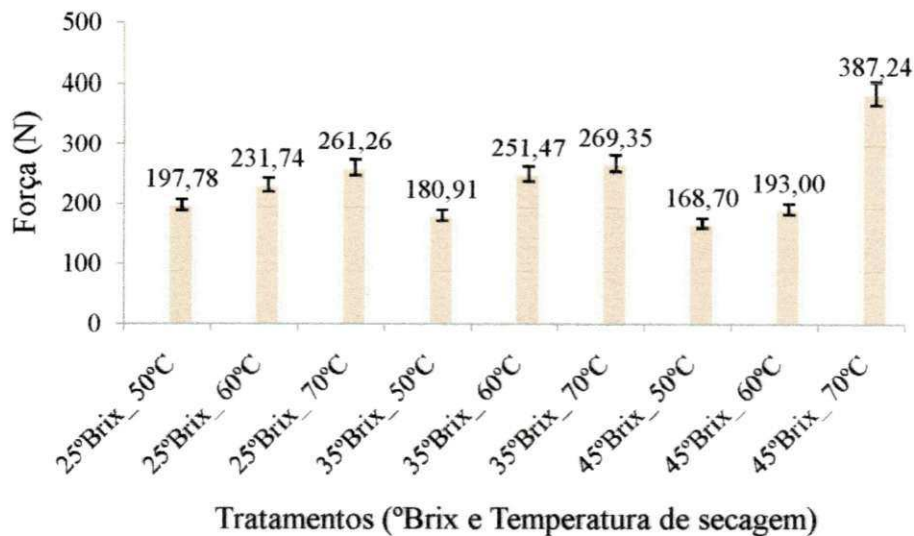


Figura 4.31 – Valores obtidos para a análise de firmeza do coco semimaduro desidratado

Os valores para análise de ruptura de fibras do coco semimaduro desidratado, obtidos com prétratamento em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix, seguido de secagem em secador de bandejas em temperaturas de 50, 60 e 70°C, encontram-se na Figura 4.32. Pode-se observar um aumento da força requerida para ruptura com o acréscimo da temperatura. A resistência máxima foi de 37,68 N e mínima de 20,93N requerida para romper as fibras de coco semimaduro desidratado a 35 °Brix com secagem a 70 e 50°C, respectivamente.

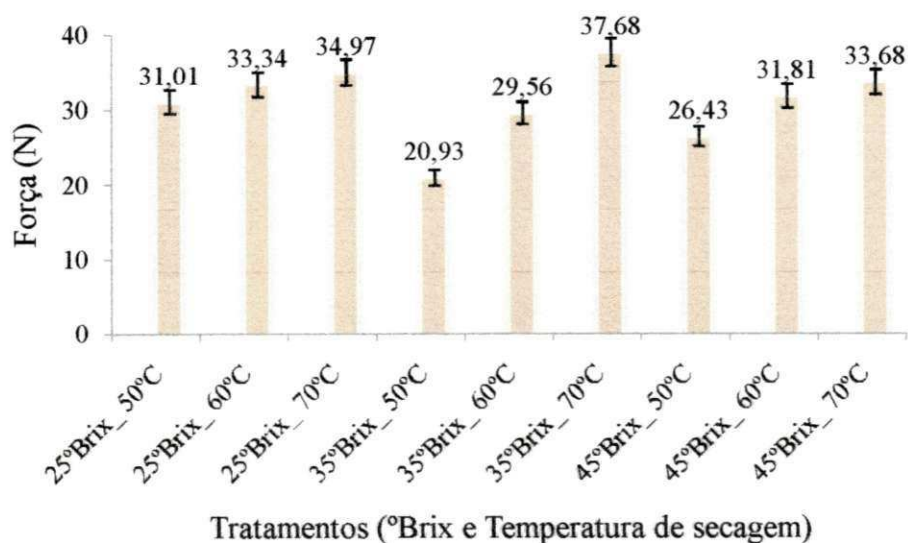


Figura 4.32 – Valores obtidos para a análise de ruptura de fibras do coco semimaduro desidratado

Na Figura 4.33 tem-se a resistência a tração, ou seja, a força máxima necessária para ocorrer o rompimento no centro da amostra, quando ela encontra-se presa por garras nas duas extremidades (Figura 3.14). Verifica redução nos valores da força, quando há aumento na concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico e elevação na força quando aumenta-se a temperatura de uma mesma concentração de sacarose, por exemplo 19,79, 34,32 e 38,95 para 25°Brix com 50, 60 e 70°C respectivamente; também na concentração de sacarose 45 °Brix, para as três temperaturas estudadas, as forças também foram mínimas (31,86, 34,83 e 36,71).

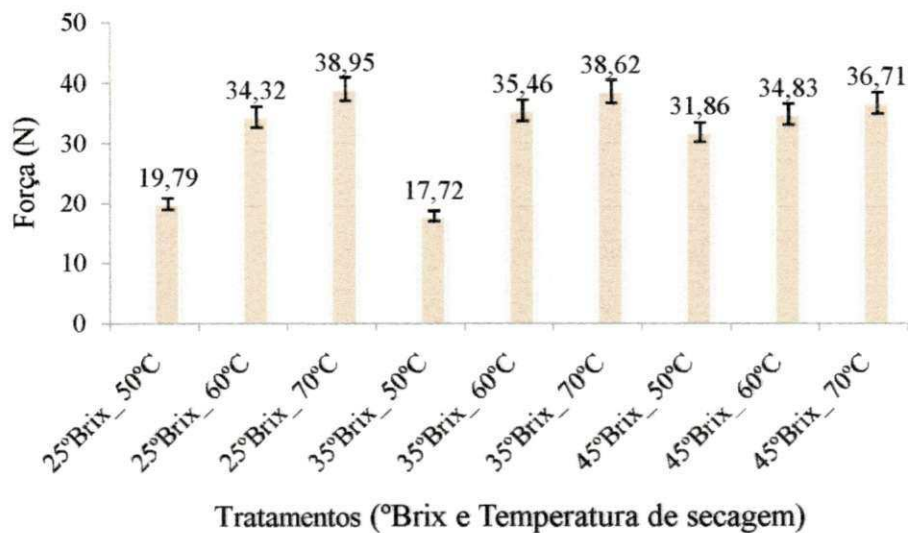


Figura 4.33 – Valores obtidos para a análise de resistência a tração do coco semimaduro desidratado

4.4.2- Avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco maduro

Os dados para o estudo da avaliação Instrumental de Firmeza, Ruptura de Fibra e Tração para o coco maduro, estão respectivamente, nas Figuras 4.34, 4.35 e 4.36.

Na avaliação da firmeza para o coco maduro, Figura 4.34, percebe-se que as maiores forças requeridas ocorreram para frutos secos à Temperatura de 70°C para todos os tratamentos quanto à concentração da solução de prétratamento osmótico, 25, 35 e 45 °Brix, e estes valores foram 442,21, 443,54 e 472,18N, respectivamente. Para todos os

tratamentos, a força requerida para comprimir a amostra aumenta com o aumento na concentração de sacarose, exceto para frutos desidratados a 45 °Brix e secos a 50°C. A maior resistência à compressão e, portanto, maior dureza, ocorreu para frutos pré tratados a 45 °Brix e secos a 70°C. Este fato pode ser atribuído à resistência oferecida à compressão pelos sólidos presentes em maior quantidade nestas amostras, os quais provavelmente ocupam, os espaços intercelulares, diminuindo a porosidade, porém isto precisa ser investigado com mais detalhes.

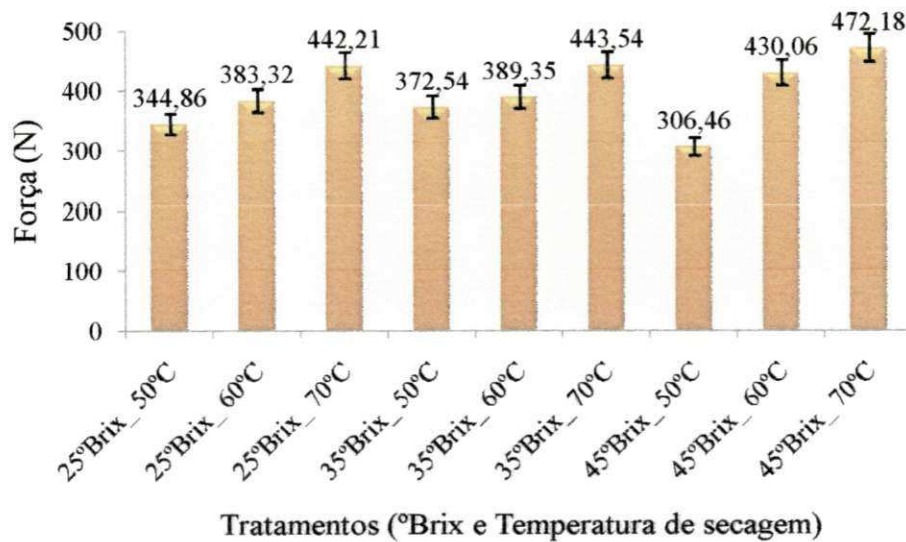


Figura 4.34 – Valores obtidos para a análise de firmeza do coco maduro desidratado

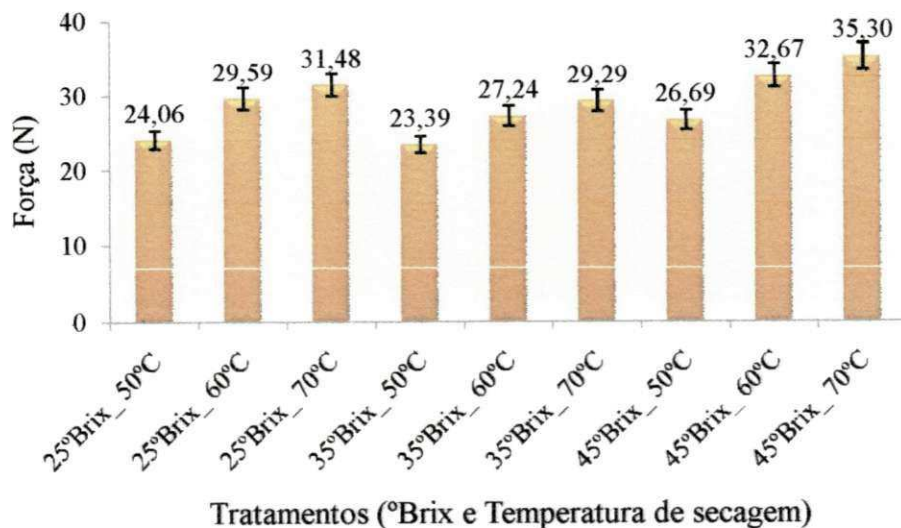


Figura 4.35 – Valores obtidos para a análise de ruptura de fibras do coco maduro desidratado

Para ruptura de fibras das tiras de coco maduro desidratado, os valores das forças máximas necessárias para atingir a penetração de 80% da amostra, estão na Figura 4.35, na qual percebe-se que, quanto maior a temperatura, maior também é a resistência a penetração. Para as tiras de coco tratado com 45 °Brix e 70°C a força máxima requerida foi 35,30 N. Esta resistência oferecida à sonda de penetração deve-se, provavelmente, ao aumento no teor de sólidos, enquanto a força mínima, 23,39N, foi requerida para amostras pré tratadas a 35 °Brix e secas a 50°C.

Observando-se a Figura 4.36 nota-se que a resistência à tração para as tiras de coco maduro tem comportamento análogo ao das tiras de coco semimaduro. Verifica-se, ainda, que há aumento na concentração de sacarose e elevação na força quando aumenta-se a temperatura de uma mesma concentração. Também as maiores forças são para os produtos secos na temperatura de 70°C, sendo a resistência máxima de 61,75N para os tratamentos desidratados em solução osmótica a 45 °Brix seguidos de secagem a 70°C e a força mínima, 17,25N, foi requerida pelo produto desidratado em solução osmótica a 35 °Brix e seco a 50°C.

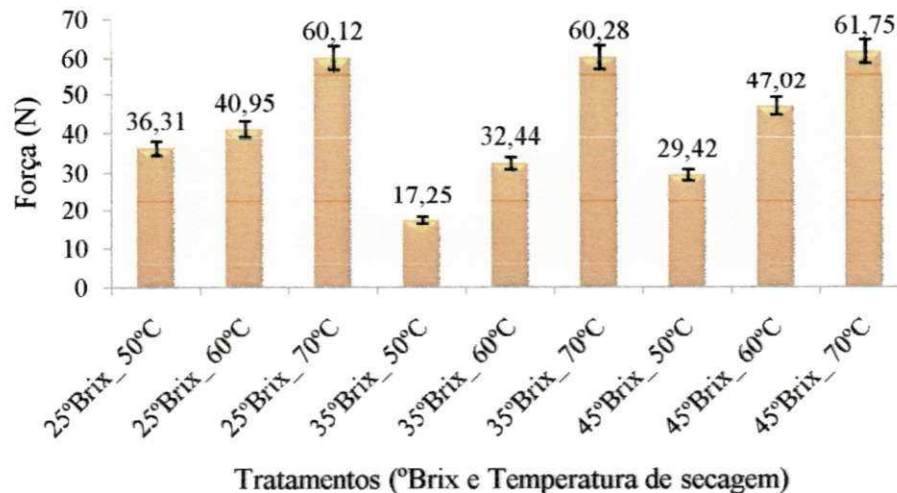


Figura 4.36 – Valores obtidos para a análise de resistência a tração do coco maduro desidratado

Comparando-se os tratamentos, estágio de maturação e teste instrumental, nota-se que todas as forças máximas são requeridas para produtos secos à temperatura de 70°C e com pré tratamento osmótico em solução a 45 °Brix, exceto para a firmeza e ruptura da

fibra do coco semimaduro pré tratados a 25 e 35 °Brix, respectivamente; conclui-se, então, que a temperatura de 70°C afeta todos os atributos de textura relevantes à sua boa aceitação.

A firmeza foi o teste instrumental que apresentou maiores valores de força atingindo-se até 472,18 N, para o coco maduro desidratado em solução a 45 °Brix e secos a 70°C. Este estágio de maturação apresentou elevação de mais de 80N em todos os tratamentos, talvez devido a estrutura do coco maduro ser mais desenvolvida, apresentar maior firmeza das fibras.

Esta firmeza elevada do material pela incorporação do açúcar no processo osmótico, pode ser uma condição importante e desejável no desenvolvimento de novos produtos prontos para consumo ou como ingrediente em bolos, sorvetes e iogurte, dentre outros.

Em relação à ruptura de fibras e se comparando os dois estádios de maturação, verifica-se que as maiores forças foram encontradas para as tiras de coco semimaduro em quase todos os tratamentos, pois apesar das tiras de coco maduro ter mais fibra, ele também apresenta mais óleo, o que pode ter favorecido a penetração da sonda, reduzindo assim a resistência e, conseqüentemente, apresentando valores de força menor; contudo, é necessária a realização de estudos mais aprofundados.

Tal como no teste de ruptura de fibras, a força máxima para a resistência à tração foi encontrada para as tiras de coco maduro. As forças requeridas variaram de 17,25N, para frutos tratados a 35 °Brix e secos a 50°C, até 61,75N para frutos tratados a 45 °Brix e secos a 70°C. Nos dois estádios de maturação as resistências máximas foram oferecidas por produtos secos à temperatura de 70°C, semelhante ao que ocorreu nas análises de firmeza.

4.5 - Análise sensorial

4.5.1 - Avaliação da Intenção de Compra

4.5.1.1- Coco semimaduro

Nas Figuras 4.37, 4.38 e 4.39 estão apresentados os percentuais de intenção de compra para o coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

A Figura 4.37 ilustra a intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25 °Brix. Nota-se que os maiores percentuais entre os 5 níveis da escala hedônica são: 47 e 22% para “certamente compraria” e “provavelmente não compraria”, respectivamente, para a amostra seca a 50°C. Os níveis “talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”, receberam 25 e 28% de votos dos analistas, respectivamente, quando degustaram as tiras de coco semimaduras secas a 60°C. Para as amostras secas a 70°C, 27% dos provadores responderam que “certamente não compraria”. Entre as amostras pré tratadas a 25 °Brix, o maior índice de rejeição foi para aquelas secas a 50 °C e a maior aprovação foi obtida para amostras secas a 60°C, chegando-se a obter 48 % de sinalização de compra, ou seja, de notas acima de 3.

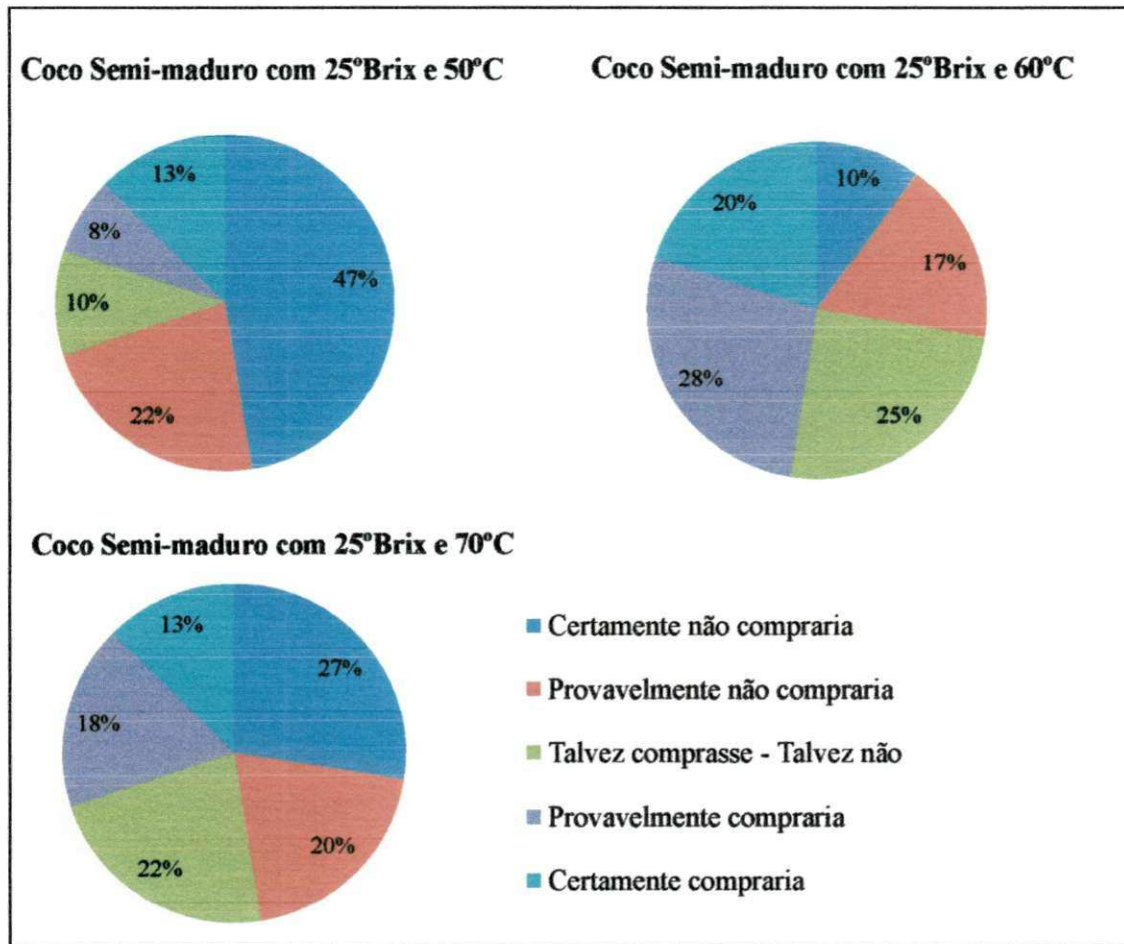


Figura 4.37– Percentual de intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Para o coco semimaduro, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 35 °Brix, Figura 4.38, o maior percentual de rejeição foi para o coco seco a 50°C, com 33% de notas para “talvez comprasse, talvez não”, 17% para “certamente não compraria” e 12 % responderam que “provavelmente não compraria”, perfazendo um total 62% de notas com indicação entre 1 e 3%, ou seja, indicação negativa ou neutra de compra desse produto. A amostra que despertou a melhor intenção de compra foi aquela seca a 60°C, com 30% e 23% para as notas “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, respectivamente, sinalizando um total de aprovação de 53%.

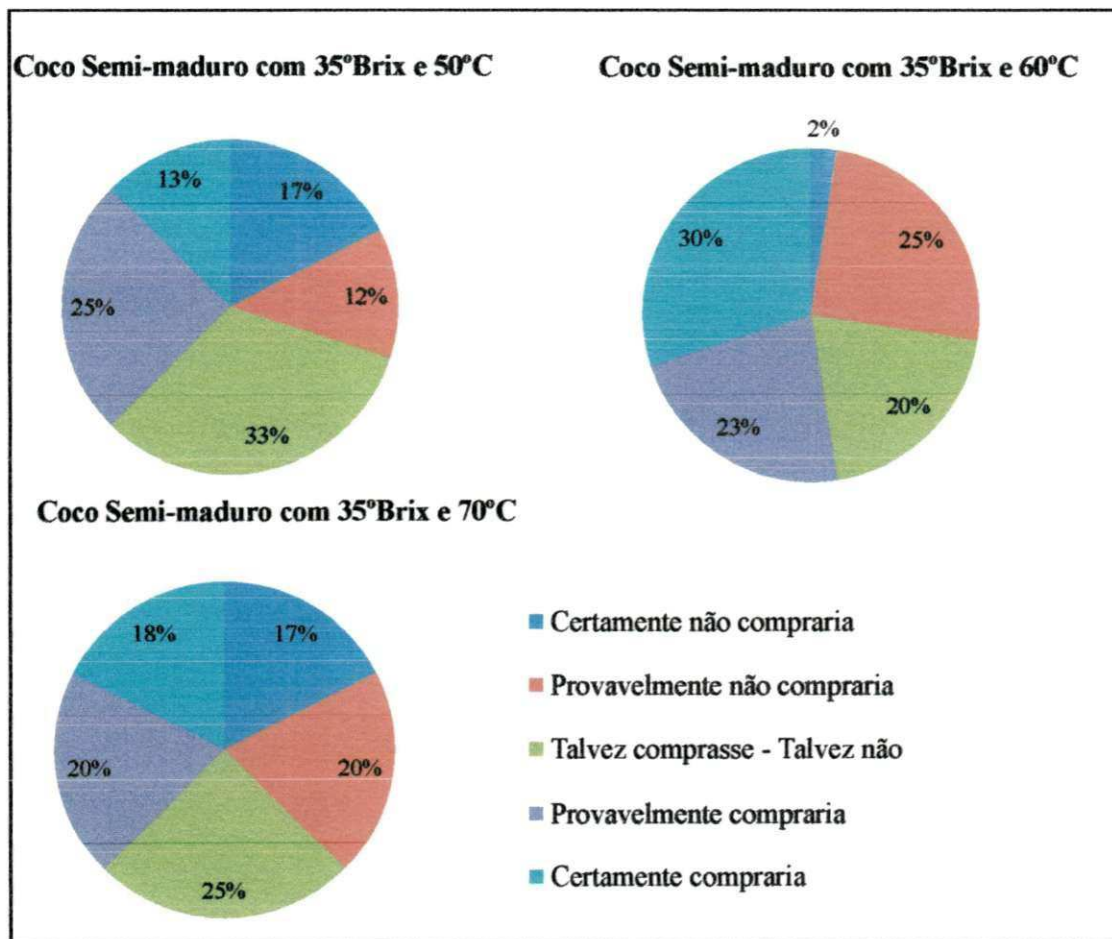


Figura 4.38 – Percentual de intenção de compra do coco semi- maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 35 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperatura de 50, 60 e 70°C.

Na Figura 4.39, estão os percentuais de notas de intenção de compra para tiras de cocos pré tratadas em solução de sacarose a 45 °Brix, em que as notas que sinalizam compra foram 20 e 33% para os níveis “certamente compraria” e “provavelmente compraria” perfazendo 53% para o produto seco a 50 °C, enquanto as tiras de coco sob o mesmo tratamento osmótico e secas a 60 e 70°C receberam para soma desses mesmos itens, respectivamente, 58 e 58%; no entanto, a amostra seca a 60°C recebeu o maior índice de certeza (“certamente compraria”), 20% contra 18% das amostras secas a 70°C. Os percentuais de analistas que sinalizaram negativamente à compra nas amostras pré tratadas em solução de sacarose a 45 °Brix, foram muito próximos 47, 42 e 42% para as amostras secas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, respectivamente. Considerando que nesta análise foram computadas as notas neutras, é importante ressaltar que, as amostras secas a 50 °C obtiveram 32% de neutralidade contra 35% para amostras secas a 60 °C e contra 25% para

amostras secas a 70 °C, portando a maior rejeição foi para amostras secas a 70°C que, computaram a maior soma de dados realmente negativos à compra, 17%.

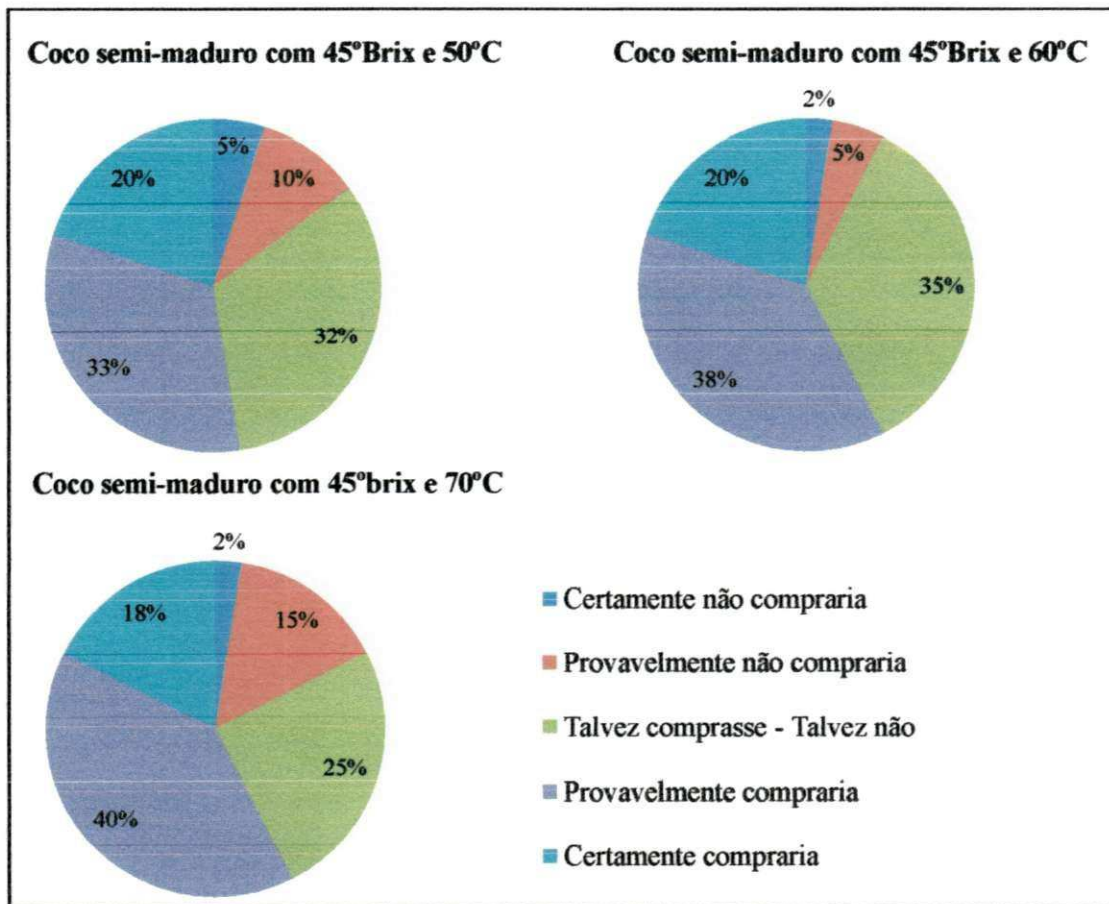


Figura 4.39 – Percentual de intenção de compra do coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperatura de 50, 60 e 70°C.

4.5.1.2 - Coco maduro

As tiras de coco maduro desidratado nas temperaturas de secagem de 50 e 60°C não foram submetidas a análise sensorial, pois teve-se temor de que estas amostras causassem algum efeito adverso aos provadores, devido o escurecimento que aconteceu nestas, Figura 4.40. Acredita-se que este escurecimento seja um escurecimento enzimático, devido ter ocorrido nas temperaturas menores, quando estão o processo de difusão da água do interior da amostra para a superfície ocorre mais lentamente, ou seja, a água fica mais tempo retida nos espaços intercelulares, favorecendo a reação.



Figura 3.40- Tiras de coco maduro desidratado com tratamento preliminar a 25 °Brix e secagem a 50°C (a) e 60°C (b)

Tem-se na Figura 4.41, o percentual de intenção de compra do coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C. Constata-se maior intenção de compra para as tiras de coco pré tratadas em solução de sacarose a 45 °Brix, representando o maior percentual para “certamente compraria” 20% e 35 °Brix com 40% de “provavelmente compraria” e 7% para “certamente não compraria” A maior rejeição foi atribuída à amostra pré tratada em solução de sacarose a 25 °Brix e seca a 70°C, com total de 29 % da soma das duas piores avaliações “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria” contra 25 e 14%, computados para amostras pré-tratadas em solução de sacarose a 35 e a 45 °Brix, respectivamente.

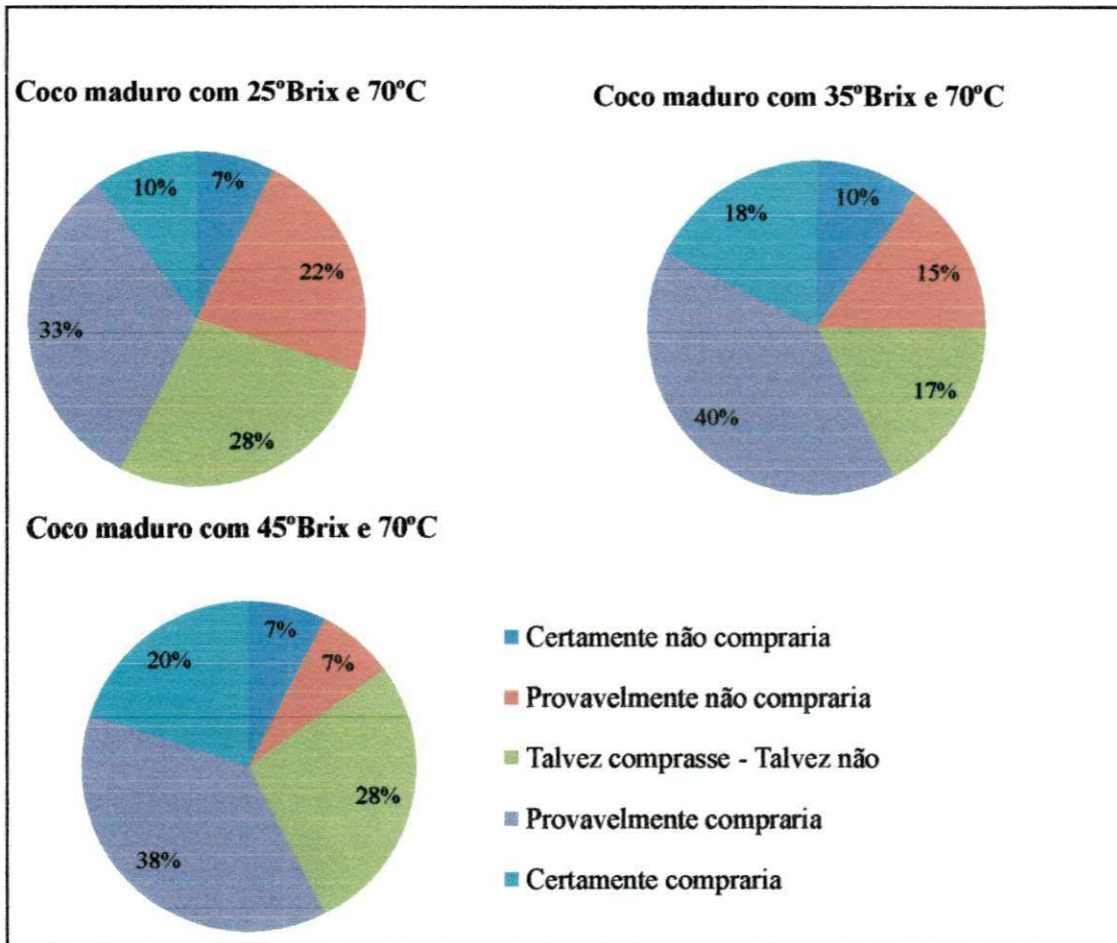


Figura 4.41 – Percentual de intenção de compra do coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C.

Comparando-se os dois estádios de maturação e seus tratamentos, conclui-se que a maior porcentagem das notas de atitude de compra, foi atribuída aos itens: “provavelmente compraria”, “certamente compraria” e “talvez comprasse - talvez não”. Este fato demonstra boa aceitação do produto em futura colocação junto ao mercado consumidor. O percentual para “certamente compraria” o coco semimaduro desidratado a 25 °Brix e seco a 70°C, foi de 20; o coco desidratado a 35 °Brix e seco 60°C foi 30% e o coco desidratado a 45 °Brix e seco a 60°C, o percentual dessa nota foi 20%; verificou-se, ainda, o total de 20% dessa nota para o coco maduro seco a 70°C e pré-tratado osmoticamente a 45 °Brix.

4.5.2 - Avaliação da Aceitação

4.5.2.1- Avaliação da aceitação para o coco semimaduro

Um resumo da Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros sabor, aroma, aparência e cor, do teste de aceitação de tiras de coco semimaduro desidratado, está apresentados na Tabela 4.13. Percebe-se que, em relação à concentração de sacarose (B),houve diferença significativa a nível 1% de probabilidade pelo teste F, para todos os atributos. Para a temperatura de secagem (S) ocorreu diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade; para sabor, não houve diferença significativa para aroma, enquanto para aparência e cor ocorreu diferença significativa a nível de 1%; para a Interação (BxS) não houve diferença significativa entre sabor e aparência, mas houve diferença significativa a nível de 1 e 5%, respectivamente, para aroma e cor.

Tabela 4.13 - Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para os atributos: Sabor, Aroma, Aparência e Cor do teste de aceitação de pedaços de coco semimaduro desidratados.

F.V	G.L	Quadrado Médio			
		Sabor	Aroma	Aparência	Cor
Brix (B)	2	16,56 **	3,50 **	6,53 **	10,94 **
Secagem (S)	2	5,30 *	2,05 ns	3,74 **	6,10 **
B x S	4	1,54 ns	2,54 **	0,42 ns	2,17 *
Tratamentos	8	6,23	5,34	2,78	5,34
Resíduo	351	1,13	0,67	0,64	0,68
C.V (%)		31,74	24,57	21,80	22,96

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Na Tabela 4.14 se encontram as médias dos fatores para os atributos sensoriais. Pode-se observar, quanto ao Sabor, Aroma, Aparência e Cor, com relação aos fatores Brix e temperatura que os melhores tratamentos foram 45 °Brix e 60°C, pois apresentaram maiores valores de média superiores a 3,64; esta nota na escala hedônica de cinco pontos fica próximo a gostei; ainda nesta Tabela se constata que as maiores notas foram

atribuídas ao atributo aparência, seguida de cor, odor e sabor. O produto tratado em solução de menor °Brix resultou em menores médias.

Na Tabela 4.14, analisando o atributo sabor houve diferença significativa entre as concentrações de sacarose (°Brix) e não ocorreu entre as temperaturas 60 e 70; 50 e 70°C; para aroma, não houve diferença entre as temperaturas de secagem e entre as concentrações de sacarose (°Brix); não diferiram 35 e 45 °Brix; 25 e 35 °Brix; tal como o aroma, a aparência em relação ao Brix não diferiu entre 35 e 45 °Brix; 25 e 35 °Brix, e análogo a sabor, a temperatura não diferiu entre 60 e 70 °C; 50 e 70 °C; por fim, a cor quando se utilizou a solução de pré tratamento a 35 e 45 °Brix, não existiram diferenças significativas, assim como para temperatura de secagem 50 e 70°C.

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

Fatores	Médias			
	Sabor	Aroma	Aparência	Cor
Brix				
25	3,00 c	3,33 b	3,44 b	3,26 b
35	3,33 b	3,49 ab	3,66 ab	3,67 a
45	3,74 a	3,67 a	3,91 a	3,85 a
Secagem (°C)				
50	3,18 b	3,40 a	3,48 b	3,40 b
60	3,59 a	3,64 a	3,83 a	3,84 a
70	3,30 ab	3,45 a	3,70 ab	3,52 b

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

O desdobramento da interação entre os fatores concentração da solução e temperatura de secagem, está apresentado nas Tabelas 4.15 e 4.16.

De acordo com o desdobramento da interação para aroma, Tabela 4.15, pode-se constatar que os tratamentos com maiores médias foram para solução de sacarose utilizada no prétratamento a 25 °Brix, com temperatura de secagem de 60 e 70°C (não houve diferença entre essas temperaturas), enquanto para as soluções de 35 e 45 °Brix não

ocorreu diferença entre a concentração de sacarose nem entre as temperaturas; então, por questões econômicas, pode-se dizer que a menor concentração e temperaturas são melhores, pois os custos são reduzidos.

Tabela 4.15 - Desdobramento da interação entre Brix e temperatura para o parâmetro Aroma dos pedaços de coco semimaduro desidratado

Brix	Temperatura		
	50	60	70
25	2,93 bB	3,75 aA	3,30 aAB
35	3,50 aA	3,50 aA	3,48 aA
45	3,75 aA	3,67 aA	3,58 aA

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula na linha e minúscula na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante ao desdobramento da interação para Aroma em relação às concentrações de sacarose 35 e 45 °Brix e as três temperaturas de secagem, ocorreu para a interação cor, Tabela 4.16, ou seja, não houve diferença significativa entre esses valores podendo-se, assim, dizer que o melhor foi quando se usou a menor concentração de sacarose (°Brix) e menor temperatura de secagem, porém para a solução a 25 °Brix a melhor temperatura de secagem foi a de 60°C, a qual apresentou maior média das notas dadas pelos provadores.

Tabela 4.16 - Desdobramento da interação entre Brix e temperatura para o parâmetro Cor dos pedaços de coco semimaduro desidratado

Brix	Temperatura		
	50	60	70
25	2,80 bB	3,75 aA	3,22 bB
35	3,65 aA	3,82 aA	3,50 abA
45	3,78 aA	3,95 aA	3,83 aA

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula na linha e minúscula na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.17 estão as médias das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (sabor, aroma, aparência e cor) de coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix, seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

O Coeficiente de concordância (CC%) calcula o grau de concordância entre os provadores, com relação à aceitação ou reprovação das amostras apresentadas. Na Tabela 4.17 percebe-se que o maior coeficiente foi dado para o atributo aparência 66,97% com relação à amostra pré tratada a 45°Brix e seca a 70°C ; o menor CC foi para sabor, atribuído para amostra pré tratada a 25°Brix e seca a 70°C (13,42%); isto significa que 66,97% e 13,42% dos 40 provadores concordam entre si com as médias de 4,00 (gostei) e 3,00(não gostei/ nem desgostei), respectivamente. Analisando esta Tabela 4.17 observa-se na maioria dos tratamentos e dentro de um mesmo atributo que o CC é maior quanto mais próximo de 5 (gostei muito) for a média. Os maiores valores de média e CC, para as concentrações de sacarose e atributos avaliados ocorreram quando utilizou-se temperatura de secagem 60°C, com exceção, para o 45°Brix e 50°C (Aroma).

Tabela 4.17– Média das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (Sabor, aroma, aparência e cor) de coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix, seguido de secagem em secador de bandejas, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

		ATRIBUTOS SENSORIAIS							
°Brix	Temperatura (°C)	Sabor		Aroma		Aparência		Cor	
		MÉDIA	CC(%)	MÉDIA	CC(%)	MÉDIA	CC(%)	MÉDIA	CC(%)
		25	50	2,575	23,39	2,925	17,68	3,125	28,05
	60	3,425	38,12	3,750	60,98	3,675	49,21	3,750	47,77
	70	3,000	13,42	3,300	28,27	3,525	36,55	3,225	35,14
35	50	3,275	14,25	3,500	43,67	3,500	47,93	3,650	40,89
	60	3,475	20,54	3,500	47,93	3,825	60,34	3,825	50,77
	70	3,250	28,84	3,475	38,53	3,675	40,89	3,500	48,09
45	50	3,700	35,14	3,750	54,2	3,825	57,69	3,775	54,06
	60	3,875	47,27	3,675	46,6	4,000	66,97	3,950	60,98
	70	3,650	34,23	3,575	35,57	3,900	38,93	3,825	48,73
DMS		0,743		0,598		0,558		0,575	

DMS diferença mínima significativa

CC % coeficiente de concordância em %

Para uma visualização melhor dos resultados para o teste de aceitação para as tiras de coco semimaduro, utilizando a escala hedônica de 5 pontos (5- Gostei muito, 4- Gostei, 3-Não Gostei /nem desgostei, 2-Desgostei e 1- Desgostei muito) contruíram-se os gráficos aranhão (perfil sensorial), apresentados nas Figuras 4.42, 4.43 e 4.44, em que os pontos mais afastados do centro representam a amostra de maior preferência pelos consumidores.

Na Figura 4.42 observa-se que a amostra preferida foi a desidratada em temperatura de 60°C, a de menor preferência a 50°C e a de preferência intermediária a 70°C, para todos os atributos avaliados.

Analisando a Figura 4.43 percebe-se que, também, os melhores resultados foram para produtos secos à temperatura de 60°C, para os todos atributos, sendo que, em relação ao aroma, as médias foram praticamente as mesmas não havendo diferença significativa, conforme mencionado acima, tal como para sabor do coco quando foi desidratado a 50°Brix e secos a 70°C. Analogamente às Figuras 4.42 e 4.43, observa-se na Figura 4.44 maiores médias e, conseqüentemente, maior aceitação do produto, quando usou-se a temperatura de 60°C, apesar de não ter havido diferença significativa para aroma e cor, em todas as temperaturas e entre sabor e aparência a 50 e 70°C.

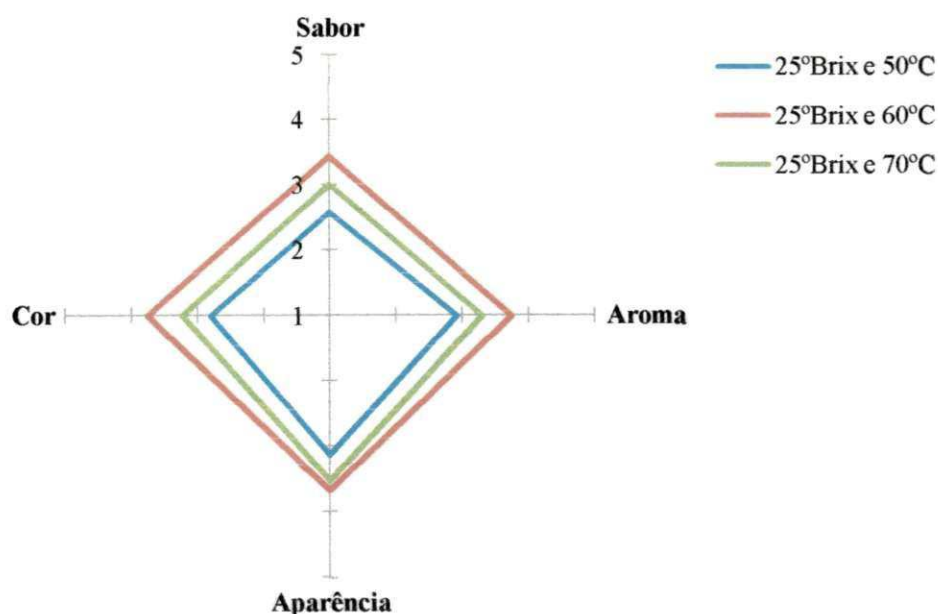


Figura 4.42 - Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

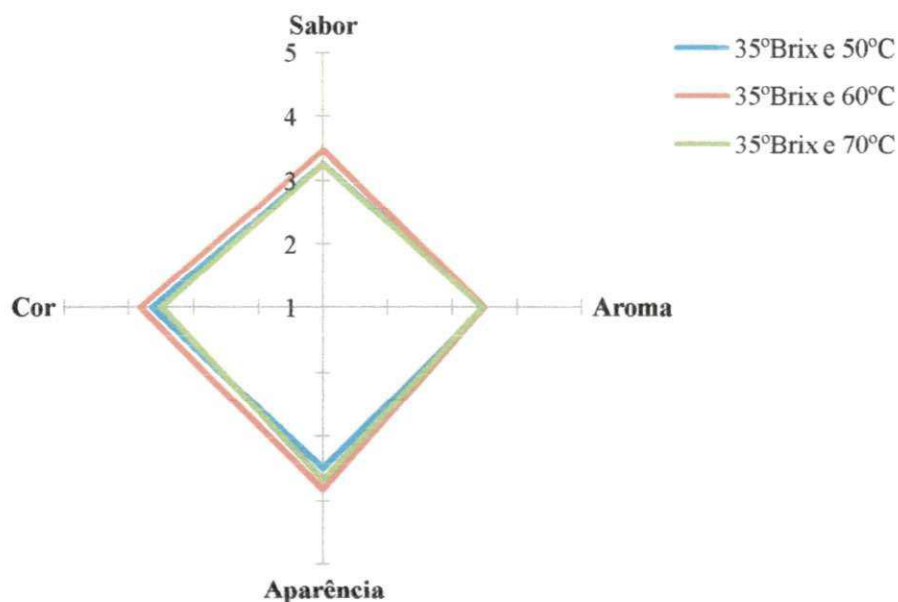


Figura 4.43- Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 35 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

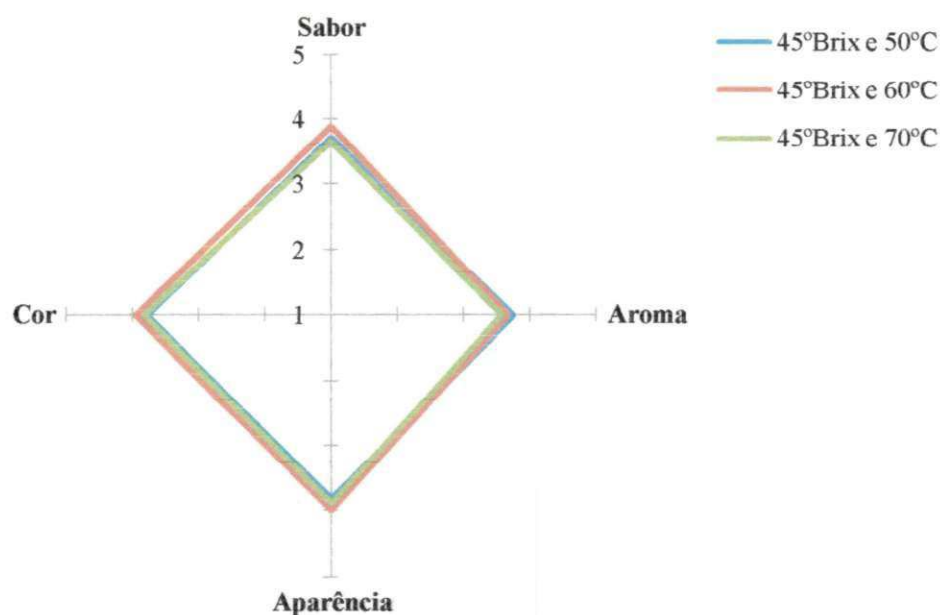


Figura 4.44 - Perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Na Figura 4.45 acha-se um gráfico com todos os tratamentos para o teste de aceitação das tiras de coco semimaduro desidratado, foi feito com o objetivo de facilitar a visualização da comparação das médias de todos os tratamentos. Então observa-se que o tratamento com menor aceitação foi o desidratado em solução de sacarose a 25 °Brix e seco a 50°C, pois apresentou médias para todos os atributos entre 2 (desgostei) e 3 (não gostei nem desgostei), diferentemente do que foi atribuído para sabor, aparência e cor do tratamento obtido por desidratação osmótica a 45 °Brix e seco a 60°C e para o aroma do tratamento realizado com pré tratamento osmótico em solução de sacarose a 25°Brix e seco a 60°C, que obtiveram as maiores médias, ou seja, acima de 3 (não gostei nem desgostei) e próximo a 4 (gostei).

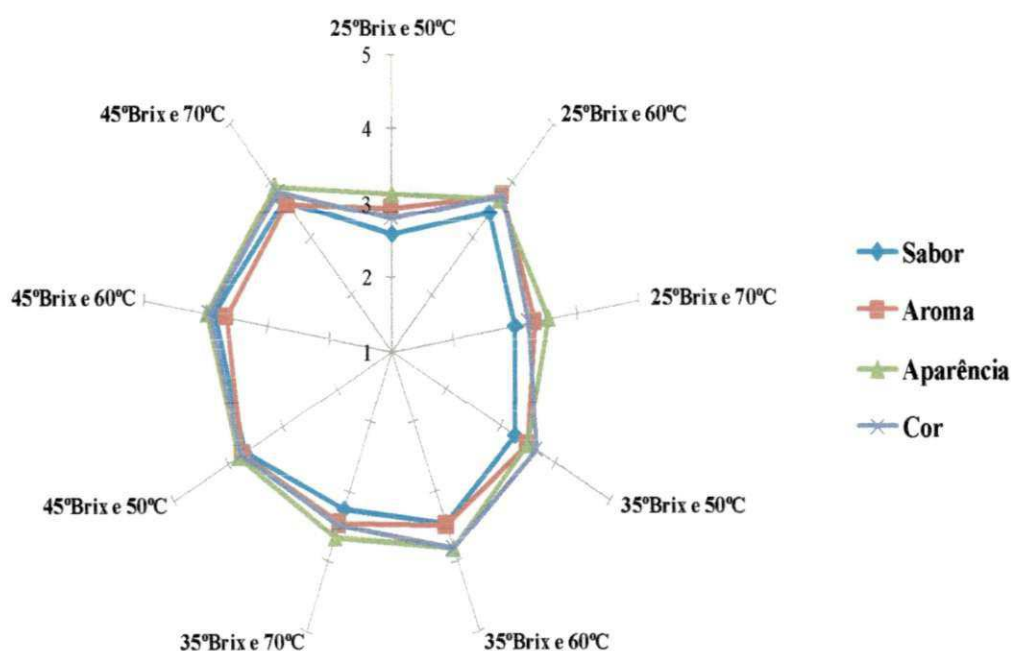


Figura 4.45 -Comparação do perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

4.5.2.2- Avaliação da aceitação para o coco maduro

Para o teste de aceitação do coco maduro os dados das médias das notas atribuídas pelos 40 provadores estão apresentados na Tabela 4.18, assim como o Coeficiente de Concordância (CC%) para as médias. Por esta Tabela percebe-se que não houve diferença

mínima significativa a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, para todos os tratamentos e atributos. Também, as maiores médias para os tratamentos e atributos foram obtidos com a concentração de sacarose 45°Brix, exceto, o atributo cor, que foi para 35°Brix. O Maior (51,99%) e menor (35,79 %) coeficientes de concordância se deram para aroma a 35 e 45°Brix, respectivamente, na maioria dos quais, com o acréscimo na solução de sacarose, houve redução no CC.

Da mesma forma que para o coco semimaduro, tem-se na Figura 4.46, o melhor tratamento, considerando-se valores das médias maiores; foi quando se usou a concentração de sacarose a 45°Brix e o pior a 25 °Brix, apesar de não se perceber diferenças entre os tratamentos para os atributos, conforme a Tabela 4.18, pois se verifica que as linhas que representam esses tratamentos estão praticamente sobrepostas.

Para se fazer uma avaliação geral dos aspectos sensoriais de todos os tratamentos e estádios de maturação, construiu-se um gráfico com todas as médias dos tratamentos e atributos dos dois estádios de maturação, o qual se encontra na Figura 4.47. Este gráfico constata que nenhum tratamento obteve nota 1 (desgostei muito) e 2 (desgostei) e foram poucas as diferenças obtidas entre os tratamentos utilizados sendo difícil, portanto, identificar a melhor.

As maiores médias foram atribuídas ao atributo sabor, para coco no estágio de maturação maduro, pré tratado em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 70°C; as demais médias maiores foram para o coco semimaduro, aplicadas ao atributo aroma, com valores iguais para os tratamentos em que se combinaram pré tratamento a 45 °Brix e secagem a 50°C e pré tratamento a 25 °Brix e secagem 60°C, aparência para a amostra com pré tratamento a 45 °Brix e secagem 70°C e cor para amostras com pré tratamento 45 °Brix e secagem a 60°C; então melhor concentração de sacarose foi a 45 °Brix, considerada a mais aceita pelos consumidores.

Fazendo-se uma comparação entre a intenção de compra e a aceitação para os estádios de maturação e atributos, conclui-se que a amostra mais aceita foi a que obteve também maior percentual para intenção de compra, coco semimaduro pré tratado em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 60°C e coco maduro pré tratado em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 70°C.

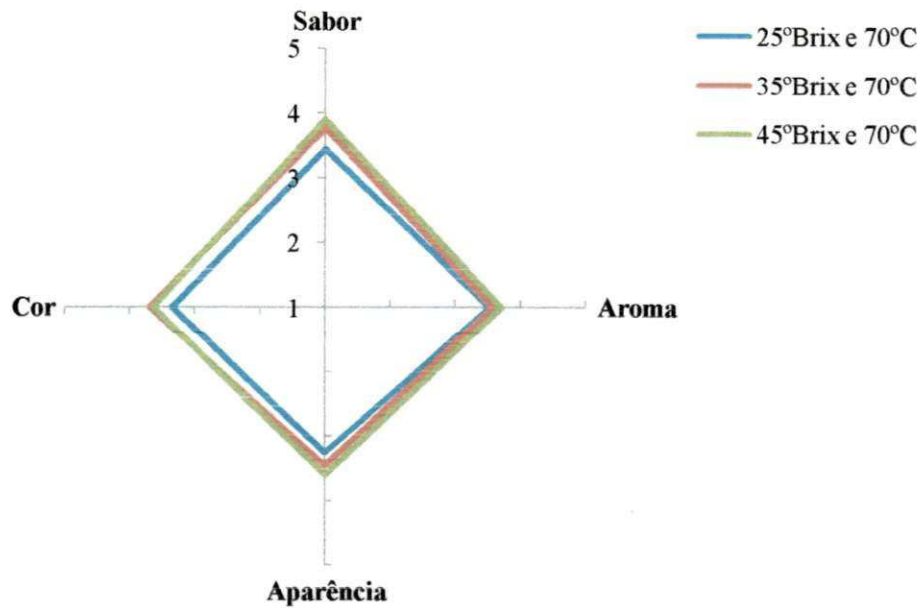


Figura 4.46 - Perfil sensorial do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C

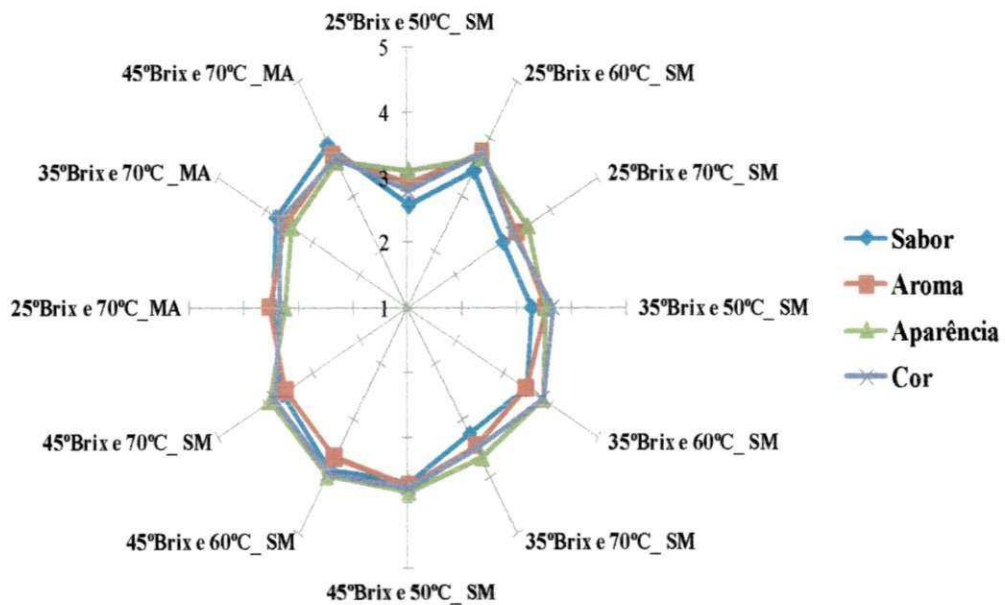


Figura 4.47 -Comparação do perfil sensorial do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 50, 60 e 70°C e maduro nas mesmas condições de tratamento prévio e somente secagem a 70°C

Resultados e Discussões

Tabela 4.18 – Média das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais (Sabor, aroma, aparência e cor) de coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix, seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C

Temperatura (°C)	°Brix	ATRIBUTOS SENSORIAIS							
		Sabor		Aroma		Aparência		Cor	
		MÉDIA	CC	MÉDIA	CC	MÉDIA	CC	MÉDIA	CC
70	25	3,450 a	46,77	3,525a	44,19	3,250 a	37,91	3,350 a	42,02
	35	3,775 a	44,37	3,575 a	51,99	3,450 a	37,29	3,700 a	51,08
	45	3,900 a	38,53	3,700 a	35,79	3,600 a	36,87	3,650 a	38,32
DMS		0,452		0,428		0,488		0,441	

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

DMS diferença mínima significativa

CC % coeficiente de concordância em %

5.0- CONCLUSÕES

Nesta pesquisa experimental, onde se estudou técnicas de processamento visando à elaboração de tiras de coco desidratado, pode-se concluir que:

Desidratação osmótica e secagem

- A perda de água e o ganho de sólidos na desidratação osmótica, aumentam à medida em que também aumenta a concentração de sacarose da solução. Essas trocas se deram mais intensamente aos 500 primeiros minutos para as tiras de coco semimaduro e 900 minutos para as tiras de coco maduro;
- As tiras de coco semimaduro atingiram o teor de água de equilíbrio em 1320, 1140 e 540 minutos, respectivamente para as temperaturas de secagem de 50, 60 e 70°C. A concentração de sacarose na solução de pré tratamento osmótico não exerceu influência sobre o tempo de secagem das tiras de coco;
- O tempo de secagem para as tiras de coco maduro atingirem o teor de água de equilíbrio nas temperaturas de 50, 60 e 70°C foi de, respectivamente, 1320, 960 e 780 minutos;
- Para a cinética de secagem todos os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais, para tiras de coco nos dois estádios de maturação (semimaduro e maduro) exceto o modelo de Thompson. Entre esses, o modelo que melhor representa os dados experimentais de secagem é o de Page, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 99,8;
- Quanto aos parâmetros da equação de Page, na maioria dos tratamentos os valores de “k” aumentam com o acréscimo de temperatura e “n” variou de 0,721357 a 0,832691.

Características químicas e físico-químicas

- O teor de água decresce com a elevação do estádio de maturação, concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico e temperatura de secagem. Para tiras de coco semimaduro, o teor de água reduziu de 77,59% para 66% (após

desidratação osmótica); 8,5% (após a secagem) e para o maduro a redução foi de 53,53 para 45% (após desidratação osmótica); 6% (após secagem);

- Para os dois estádios de maturação tanto as tiras de coco “*in natura*” quanto as tiras de coco desidratado apresentaram pH maiores que 4,5, sendo considerados alimentos de baixa acidez;
- Em relação à acidez, ocorreu aumento com a elevação da temperatura de secagem e redução com aumento da concentração de sacarose utilizada no prétratamento osmótico, assim como com o grau de maturação mais avançado (coco maduro);
- Ocorreu aumento dos sólidos solúveis totais para o estágio de maturação mais avançado e elevação da concentração de sacarose usada no prétratamento osmótico e leve aumento com a elevação da temperatura de secagem;
- Os valores máximo e mínimo encontrados para teor de cinzas, foi de 2,13% para o coco maduro com pré tratamento em solução de sacarose a 25 °Brix e secos a 70°C e 0,35% para o coco maduro com pré tratamento em solução de sacarose a 25 °Brix e secagem a 60°C;
- Para a atividade de água ocorreu redução de seus valores com os seguintes efeitos: elevação da concentração de sacarose, elevação da temperatura de secagem e aumento do estágio de maturação. Os valores encontrados após a secagem foram, em média, 0,59. Este valor é considerado microbiologicamente estável;
- Para os açúcares totais ocorreu aumento significativo após o prétratamento osmótico e secagem para os dois estádios de maturação. Para as tiras de coco semimaduro, os valores foram de 18,55% para coco “*in natura*”, 55,71% após desidratação a 45°brix e 83,53% para tiras de coco tratadas em solução de sacarose a 45°Brix e secas a 70°C. Para as tiras de coco maduro esses valores foram de 22,30% para coco “*in natura*”, para 41,75% após desidratação a 45 °Brix e 47,78 % para tiras de coco tratadas em solução de sacarose a 45 °Brix e secas a 70°C.

Atributos de textura

- O coco maduro desidratado em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 70°C, foi o produto de maior firmeza, cuja força requerida para comprimir 80% da amostra foi de 472,18 N; sendo assim, a amostra mais firme; e a amostra menos firme (mais macia) foram as tiras de coco semimaduro desidratado em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 50°C, a qual obteve força de 168,70 N;
- Tiras de coco semimaduro ofereceram, na maioria dos tratamentos aplicados, maior resistência à ruptura de fibras (penetração), quando comparadas, entre os mesmos tratamentos, com tiras de coco maduro. A maior resistência foi oferecida pelas tiras de coco semimaduro pré-tratadas em solução de sacarose a 35 °Brix e seca a 70°C, sendo este valor de 37,68N, e a menor resistência a ruptura de fibras foi para as tiras de coco semimaduro pré-tratadas em solução de sacarose a 35 °Brix e secas a 50°C, sendo este valor de 20,93N;
- No teste de tração as forças máximas requeridas para romper tiras de coco maduro variaram de 17,25N para frutos tratados em solução de sacarose a 35 °Brix e secos a 50°C, até 61,75N para frutos tratados em solução de sacarose a 45 °Brix e secos a 70°C. Nos dois estádios de maturação as resistências máximas á tração foram oferecidas por produtos secos à temperatura de 70°C e a menor força foi para as tiras de coco maduro pré tratadas em solução de sacarose a 35 °Brix e secas a 50°C, ou seja, 17,25N;

Análise sensorial

- Para os dois estádios de maturação do coco as amostras mais aceitas também foram as que obtiveram o maior percentual para a intenção de compra; são elas: tiras de coco semimaduro e maduro pré-tratadas em solução de sacarose a 45 °Brix e secas a 60 e 70°C, respectivamente; e as menos aceitas foram as tiras de coco semimaduro pré tratadas em solução de sacarose a 25 °Brix e secas à temperatura de 50°C.

6.0- SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Determinar fibras, índice de peróxido, lipídios, rancidez, carboidrato e proteínas do coco “*in natura*” e ao final de cada processo;
- Estudo de viabilidade econômica no sentido de aplicá-lo em escala industrial;
- Estudar novas concentrações de sacarose e temperaturas para a desidratação osmótica;
- Testar outros métodos de secagem (microondas, estufa com circulação de ar, usar vácuo);
- Realizar a Microscopia eletrônica de varredura;
- Identificar os melhores tratamentos e desenvolver produtos utilizando o coco desidratado como ingrediente;
- Realizar análise sensorial dos produtos elaborados, avaliando a aceitação e intenção de compra.

7.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. F. **Avaliação e adaptação de sistema asséptico para obtenção de água de coco (*Cocos nucifera* L.) acondicionada em embalagens plásticas.** 2005. 219 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

ARAGÃO, W. M. **Coco pós-colheita.** Frutas do Brasil. [Aracajú]: EMBRAPA/CPATC, 2002. 75p.

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

ALDRIGUE, M. L. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos.** 2. ed. v.2. Idéia. 2003. 282 p.

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

ALONSO, L. F. T. **Algoritmos de seleção e dimensionamento de secadores.** 2001. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000243562>>. Acesso em: 19 de out. 2009.

ANDRADE, A. M. de; PASSOS, P. R. de. ASSIS; MARQUES, L. G. da. C., OLIVEIRA, B. L.; VIDAURRES, G. B.; ROCHAS, J. das. D. de. S. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* Linn) e análise do carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, 707-714p, 2004.

ARAGÃO, W. M. **A Cultura do Coqueiro.** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro.htm>>. Acesso em 02 de dezembro de 2010.

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

ASKAR, A.; HEIKAL, Y.; GHONAIM, S. M.; ABDEL-FADEEL, M. G.; ALI, A. M.; ABD LGAIED, I. O. Osmotic and solar dehydration of peach fruits. **Fruit Processing**, v. 7, p.258-262,1996.

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.

BABALIS, S.J.; BELESSIOTIS, V.G. Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thinlayer drying of figs. **Journal of Food Engineering**. v.65, p.449-458, 2004.

BASUNIA, M. A.; ABE, T. Moisture desorption isotherms of medium-grain rough rice **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p. 205-219, 2001.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1992. 143p.

BOURNE, M. Relation between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**. v.35, n. 2, p.125-143, 2004.

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

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. de. L; SILVA, G. F. da; JALALI, V. R. R.; VIÉSGAS, P. R. de. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa gomes*). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas-SP. Editora da UNICAMP. 2003, 207 p.

CHAVES, J. B. P. **Noções de microbiologia e conservação de alimentos**. Viçosa: UFV, 1993. 113p.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G; ALMEIDA, F. A. C. LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 4 n.2 2004. ISSN 1519-5228.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. UFLA, 2005. 785p. ISBN 8587692275

CORRÊA, P. C; MACHADO, P. F.; ANDRADE, E. T. Cinética de secagem e qualidade dos grãos de milho de pipoca. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.134-142, 2001.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química se Alimentos**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p. ISBN 9788536322483.

DOYMAZ, I. Drying behaviour of green beans. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.69, n.2, p.161-165, 2005.

EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, nº. 1, p. 67-75 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 e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, n.2 p.322-328, 2008.

ERTEKIN, C.; YALDIZ, O. Drying off eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.63, n.3, p.349-359, 2004.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípio e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FERNADES, F. A.N.; RODRIGUES. S.; GASPARETO.O.C.P; OLIVEIRA, E.L.; Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. **Food Research International**, v.39, p.492-498, 2006a.

FERNANDES. F.A.N.; RODRIGUES. S.; GASPARETO.O.C.P; OLIVEIRA, E.L.; Optimization of osmotic dehydration of bananas followed by air-drying. **Journal of Food Engineering**, v.77, p.188-193, 2006b.

FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora universitária - UFPB, 2004. 229 p. ISBN 85-237-0454-0.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. **Acultura do coco**. ed. Brasília-DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. 102 p. ISBN 857383353-x.

FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. **Coco produção aspectos técnicos**. ed. Brasília: EMBRAPA tabuleiros costeiros (Aracaju, SE), 2003. 106p. ISBN 857383-174-X.

FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracajú: EMBRAPA, 2006.

FONTES, R. H.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju, SE: EMBRAPA, 2002. 65p. (EMBRAPA-CNPT, Sistema de produção 01).

FORNI, E.; SORMANI, A.; SCALISE, S.; TORREGGIANE, D. The influence of sugar compositions on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. **Food Research International**, v.30, p.87-94, 1997.

FRANCO, M. B. D. G.; LANDGRAF, M.; **Microbiologia dos alimentos**. 1. ed. Editora Atheneu. São Paulo. 2008. 182p.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo-SP: Nobel. 2008. 511p. ISBN 9788521313823.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura família. **G&DR** . v. 3, n. 3, p. 212-226, 2007.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos tecnológicos**. v.4, n.2, p. 124-134, 2008. ISSN 1808-7310.

GOUVEIA, P. G. J; MOURA, R. S. F.; ALMEIDA, F. A. C.; OLIVEIRA, A. M. V. O.; SILVA, M. M. Avaliação da cinética de secagem de caju mediante um planejamento experimental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.471-474, 2002.

HEDERSON, S.M.; PABIS, S. Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient, **J. Agric. Res.Eng.**. v.6, p.169-174, 1961.

HOFSETZ, K. **Obtenção de banana nanica (*Musa acuminata* Colla subgrupo *Cavendish*) crocante a partir de secagem a alta temperatura**. 2003. 185f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas -SP,

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.

JAIN, D.; PATHARE, P.B. Selection and evaluation of thin layer drying, odels for infrared radiative and convective of onion slices. **Biosystems Engineering**, London, v.89, n.3, p.289-296, 2004.

JAY, M. J. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. ARTMED, 2005. 711p. ISBN 0-8342-1671-x.

KAYMAK-ERTEKIN, F. Drying and rehydrating kinetics of green and red peppers. **Journal of Food Science**. v.67, n.1, p.168-175, 2002.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Campinas-SP: Editora Rural, 2002. 214p.

KOOLLI, S.; FADHEL, A.; FARHAT, A.; BELGHITH, A. Drying of red pepper in open sun and greenhouse conditions.: Mathematical modeling and experimental validation. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.79, n.3, p.1094-1103, 2007.

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.

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**. V 24, n. 2, Campinas Apr. /June 2004.

LOMBARD, G. E.; OLIVEIRA, J. C.; FITO, P.; ANDRÉS, A. Osmotic dehydration of piapple as a pré-treatment for futher drying. **Journal of Food Engineering**, v.85, p. 277-284, 2008.

MACIEL, M. I.; OLIVEIRA, S. L.; SILVA, I. P. Effects of different storage conditions on preservation of coconut (*Cocus nucifera*) water. **Journal of Food Process and Preservation**, n. 16, p. 13-22, 1992.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R. W. **Processamento de frutas tropicais: nutrição, produtos e controle de qualidade**. Fortaleza: UFC, 2009. 277p. ISBN:978-85-7282-339-5.

MASTRANGELO, M. M.; ROJAS, A. M.; CASTRO, M. A.; GERSCHENSON, L.N.; ALZAMORA, S. M. Texture and structure of glucose-infused melon. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v.80, p.769-776, 2000.

MATSUI, K. N.; GRANADO, L. M.; OLIVEIRA, P. V. de; TADINI, C. C. Peroxidase and polyphenol oxidase thermal inactivation by microwaves in green coconut water simulated solutions. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v.40, p. 852-9, 2007.

MATSUURA, F. C. A. R.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de Acerola em suco de abacaxi visando á produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, abril, 2002. ISSN 0100-2945.

MAVROUNDIS, N. E.; GEKAS, V; SJHOLM, I. Osmotic dehydration of aples-effectas of agitation and raw material characteristics. **Journal of Food Engineering**, v.35, 1998.

MAZUMDER, P.; ROOPA, B., S., BHATTACHARYA, S. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. **Journal of Food Engineering**. v.79, n.2 p. 511-516, 2007.

MENGES, H.O.; ERTEKIN, C. Mathematical modeling of thin layer drying of Golden apples. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n 1, p.119-125, 2006.

MERCALI, G. D. **Estudo da transferência de massa na desidratação osmótica de banana (*musa sapientum, shum*)**. 2009. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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.

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.

MOREIRA, R.; SERENO, A.M. Evaluation of Mass Transfer Coefficients and Volumetric Shrinkage during Osmotic Dehydration of Apple using Sucrose Solution in Static and Non-Static Conditions. **Journal of Food Engineering**, v.57, p. 25-31, 2003.

MORORÓ, R. C. **Industrialização do coco**. Viçosa: CPT, 1998. 60 p.

MOTA, R. V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p-789-794, 2005.

NIETO, A.; CASTRO, M.A.; ALZAMORA, S.M. Kinetics of moisture transfer during air drying of blanched and or osmotically dehydrated mango. **Journal of Food Engineering**, v.50, p.175-185, 2001.

OLIVEIRA, F. M. N. **Secagem e armazenamento da polpa de pitanga**. 2006. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade federal de Campina Grande, Campina Grande.

OLIVEIRA, M. **Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST**. 2007.141f. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Setor de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Capinas. Campinas.

OSÓRIO, C.; FRANCO, M. S.; CASTAÑO, M. P.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J.; MORALES, A. L Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.8. p353–359. 2007.

ORDÓÑEZ, 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. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. **Drying Technology**, New York, v. 17, n. 1, p. 175-189, 1999.

PANI, P.; LEVA, A. A.; RIVA, M.; MAESTRELLI, A.; TORREGGIANI, D. Influence off on osmotic pré-treatment os structure-property relationships air-dehydrated tomato slices. **Journal of Food Engineering**. v.86, p.105-112, 2008.

PARK, K. J; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para pêra Bartlett (*pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, campinas, v.19, n.3, p.326- 332, 2001.

PARK, K.J; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R.A; PARK, K. J. B. **Seleção de processos e equipamentos de secagem**. UNICAMP, 2006.10p. Palestra apresentada no CONBEA 2006, em 01.08.2006.

PEREIRA, E. P. R. **Avaliação do uso de conservantes sobre a estabilidade microbiologia de água de coco carbonatada**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBET, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.10, p.1479-1486, 2007.

- RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration off foods. **Trends in Food Science and Technology**, v.5, n.8, p.255-260, 1994.
- RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S. Mass Transfer during Osmotic Dehydrationof Pineapple: considering Fickian Diffusion in Cubical Configuration. **Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie**, v.37, p. 43-47, 2004.
- RASTOGI. N. K.; RAGHAVARÃO. K. S. M. S.; NIRANJAN. K.; KNORR. D. Recent developments in osmotic dehydration methods to enhance mass transfer. **Trends in Food Science and Technology**, v.13, n.2, p. 48-59, 2002.
- RASTOGI. N. K.; RAGHAVARÃO. K. S. M.S.; NIRANJAN. K. Mass transfer during Osmotic dehydration of banana: Fician diffusion in cylindrical configuration. **Journal of Food Engineering**, v.31, p.423-432, 1997.
- RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 49. p. 311-319, 2001.
- REIS, K. C.; AZEVEDO, L. F.; SIQUEIRA, H. H.; FERRUA, F. Q. Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.781-785, 2007.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. ed. São Paulo: Edgard Blücher, Instituto Mauá de Tecnologia, 2007 2. 184 p.
- RODRIGUES, S.; FERNADES, F.A.N. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. **Journal of Food Engineering**, v.80. p.678-687, 2007.
- ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P de. **Água de coco: Métodos de conservação**. Ed. Fortaleza: Embrapa – CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 40 p.
- ROSA, M. de F; ABREU. F. A. P. de; FURTADO, L. A. A. M.; BRÍGIDO, A. K. L; NORÕES, E. R. de. V. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde**. Fortaleza: Embrapa, 2001. (Comunicado Técnico, 61).

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.

SANJINÉZ-ARGADOÑA, E. J. **Desidratação osmótica de goiabas por imersão e secagem**. 1999. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Setor de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANTOS, M. S. **Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados a base de PET pós- consumo e cargas de coco**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHMIDT, F. L.; CASTRO, M. F. P. M. de; GUMERATO, H. F.; LEITÃO, M. F. de F. Boas Práticas de Fabricação e Aplicação da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle no Processamento de Água de Coco. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 121, p. 65-76, 2004.

SERENO, A.M. ; MOREIRA. R.; MARTINEZ, E. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple single and combined aqueous solution of sugar and salts. **Journal of Food Engineering**, v.47, p.43-49, 2001.

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.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, F. de. A. C.; SILVA, F. L. H. da.; DANTAS, H. J.; LIMA, E. E. Desidratação e efeito de prétratamento no extrato seco do pimentão verde. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina grande, PB, v.10, n.1, p.27-34, 2008. ISSN 1517-8595.

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.

SILVA, F. D., CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M. D.; DUARTE., SOUZA, J. A. SILVA., Y. C. Desidratação osmótica de banana da terra (*Musa sapientum*) aplicação de modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.69-76, 2003, ISSN 1517-8595.

SILVA, M. C. **Avaliação de Processo de Carbonatação de Água de Coco (*Cocos nucifera* L.)**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

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.

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. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n. 5, p.1021-1028, Lavras, set./out., 2005.

SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R.W; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, S.S. Cinética de desidratação da manga. Publ. UEPG Exact Soil Sci., **Agr. Sci. Eng.**, Ponta Grossa, v.10, n. 2, p. 37-44, 2004.

SOUZA, A. C. M. de; COSTA, J. M. C. da; SANTOS, K. M. dos; ANDRADE, S. A. C.; HOLLAND, N. Caracterização química de águas de coco de três variedades. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 157, p. 123-7, 2007.

SOUZA, C. R. **Avaliação do processo de produção de água de coco (*Cocosnucifera*) por ultrafiltração e envase asséptico em garrafas de vidro**. 2006.159 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

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, dezembro de 2003.

TALENS, P.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FITO, P.; CHIRALT, A. Changes in optical and mechanical properties during osmodehydrofreezing of kiwi fruit. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 3, p. 191-199, 2002.

TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; NAGATO, L. A. F.; LAMARDO, L. C. A.; INOMATA, E. L.; CARVALHO, M. F. H.; ARAGÃO, W. M. Estudo da composição química da água de coco-anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. CD-ROM.

TELLIS, V. R. N.; MURARI, R.C.B.D.L.; YAMASHITA, F. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. **Journal of Food Engineering**, v.61, p.253-259, 2004.

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

UNGULINO, S. M. P.; GOUVEIA, D. S.; DUARTE, M. E. M. D.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; DUARTE, S. T. G.; SANTANA, P. B. Avaliação da aceitação de passas de jaca elaboradas por diferentes tratamentos de secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2 p. 143-152, 2006.

VALOR NUTRICIONAL DO COCO. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/coco/coco-10.php>>. Acesso em: 27 set. 2009.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia**. 2. ed. v.2 . Blucher. 2 010. 385p. ISBN978-85-212-0493-0.

WALDRON, K., W.; SMITH, A., C.; PARR, A., J.; NG, A.; PARKER, M., L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation o fruit and vegetable texture. **Trends in Food Science & Technology**. v.8, n.7, p. 213-220, 1997.

WILKINSON, C.; DIJKSTERHUIS, G., B.; MINEKUS, M. From food structure to texture. **Trends in Food Science & Technology**. v.11, p. 442-450, 2000.

APÊNDICE A

(Dados referentes à cinética de desidratação osmótica: perda de água, perda de massa e ganho de sólidos do coco semimaduro e maduro)

Tabela A1- Tempo, em minutos, e valores percentuais da perda de água, perda de massa e ganho de sólidos do coco semimaduro desidratado em soluções de sacarose com concentrações de 25, 35 e 45°Brix

Tempo (min)	°Brix								
	25			35			45		
	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm	Gs
0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
15	95,195	2,633	0,842	94,398	4,514	1,396	97,983	4,6987	1,418
45	88,091	4,598	1,470	88,078	7,985	2,469	81,601	8,054	2,430
90	77,428	7,169	2,292	82,855	11,629	3,596	79,772	12,397	3,741
150	76,087	9,304	2,975	77,686	16,656	5,151	75,349	17,469	5,271
240	69,438	11,323	3,620	71,829	20,841	6,445	66,990	22,601	6,819
480	63,627	15,156	4,846	65,972	25,364	7,843	62,233	28,912	8,724
960	68,367	15,636	4,999	63,508	27,827	8,605	57,871	32,466	9,797
1620	69,273	13,795	4,411	66,619	26,866	8,308	54,880	31,998	9,656

Tabela A2- Tempo, em minutos, e valores percentuais da perda de água, perda de massa e ganho de sólidos do coco maduro desidratado em soluções de sacarose com concentrações de 25, 35 e 45°Brix

Tempo (min)	°Brix								
	25			35			45		
	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm	Gs
0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
15	96,774	1,131	0,419	94,950	4,731	1,893	89,913	3,521	1,332
45	93,847	1,961	0,727	92,118	6,279	2,513	87,586	6,586	2,491
90	89,870	3,511	1,302	88,366	8,672	3,469	80,582	10,222	3,867
150	87,769	4,855	1,801	84,419	10,879	4,354	78,059	13,311	5,035
240	88,387	6,113	2,267	83,728	11,730	4,695	75,686	16,831	6,368
480	85,383	8,730	3,237	77,850	16,952	6,783	68,748	20,746	7,848
960	78,575	12,217	4,531	73,111	22,403	8,965	64,669	27,687	10,473
1506	75,294	12,122	4,496	70,210	21,448	8,183	61,888	25,688	8,204

APÊNDICE B

(Dados do tempo e razão de umidade referentes à cinética de secagem do coco semimaduro e maduro)

Tabela B1- Tempo , em minutos, e Razão de umidade do coco semimaduro desidratado com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a 50, 60 e 70°C

Tempo (min)	Razão de umidade (Adimensional)								
	50°C			60°C			70°C		
	Concentração de sacarose (°Brix)								
	25	35	45	25	35	45	25	35	45
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0,960	0,969	0,964	0,933	0,926	0,927	0,899	0,900	0,934
10	0,900	0,918	0,906	0,878	0,855	0,865	0,798	0,801	0,835
15	0,849	0,877	0,858	0,823	0,773	0,786	0,654	0,653	0,702
20	0,805	0,840	0,813	0,766	0,701	0,710	0,561	0,545	0,606
25	0,763	0,806	0,775	0,699	0,629	0,639	0,468	0,451	0,505
30	0,719	0,766	0,736	0,643	0,571	0,582	0,395	0,386	0,441
40	0,646	0,704	0,670	0,564	0,487	0,495	0,304	0,300	0,351
50	0,588	0,647	0,614	0,499	0,422	0,433	0,260	0,262	0,313
60	0,528	0,589	0,553	0,446	0,350	0,402	0,218	0,226	0,276
70	0,483	0,546	0,506	0,402	0,314	0,372	0,185	0,197	0,246
80	0,446	0,507	0,466	0,363	0,278	0,335	0,160	0,174	0,222
100	0,383	0,434	0,399	0,307	0,232	0,286	0,094	0,138	0,180
120	0,335	0,374	0,346	0,265	0,196	0,249	0,074	0,108	0,143
140	0,303	0,333	0,311	0,229	0,168	0,218	0,059	0,086	0,117
160	0,273	0,296	0,280	0,207	0,152	0,202	0,048	0,069	0,095
180	0,246	0,260	0,250	0,175	0,125	0,172	0,036	0,057	0,079
210	0,211	0,219	0,213	0,152	0,109	0,154	0,027	0,043	0,060
240	0,184	0,187	0,184	0,128	0,089	0,131	0,017	0,032	0,045
300	0,142	0,137	0,140	0,106	0,074	0,114	0,010	0,020	0,028
360	0,095	0,087	0,091	0,084	0,058	0,094	0,001	0,012	0,017
480	0,065	0,055	0,058	0,056	0,036	0,066	0	0,001	0,002
600	0,044	0,034	0,036	0,041	0,024	0,051	0	0	0
780	0,021	0,011	0,012	0,029	0,021	0,030	-----	-----	-----
960	0,009	0	0	0,013	0,011	0,017	-----	-----	-----
1140	0	0	0	0,000	0,000	0,008	-----	-----	-----

1320 0 0 0 ----- ----- ----- ----- ----- -----

Tabela B2- Tempo ,em minutos, e Razão de umidade do coco maduro desidratado com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas a 50, 60 e 70°C

Tempo (min)	Razão de umidade (Adimensional)								
	50°C			60°C			70°C		
	Concentração de sacarose (°Brix)								
	25	35	45	25	35	45	25	35	45
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0,972	0,975	0,971	0,949	0,941	0,952	0,938	0,936	0,923
10	0,943	0,948	0,942	0,907	0,895	0,909	0,899	0,892	0,863
15	0,907	0,913	0,902	0,840	0,829	0,841	0,858	0,847	0,808
20	0,865	0,865	0,849	0,782	0,764	0,767	0,824	0,810	0,761
25	0,823	0,819	0,801	0,732	0,711	0,710	0,796	0,778	0,721
30	0,793	0,788	0,767	0,682	0,660	0,652	0,765	0,744	0,683
40	0,749	0,741	0,717	0,619	0,596	0,582	0,691	0,664	0,600
50	0,706	0,697	0,669	0,566	0,544	0,526	0,627	0,598	0,542
60	0,669	0,657	0,627	0,514	0,497	0,481	0,539	0,534	0,481
70	0,634	0,623	0,592	0,472	0,456	0,441	0,494	0,491	0,446
80	0,5671	0,557	0,529	0,440	0,422	0,411	0,441	0,454	0,415
100	0,501	0,497	0,473	0,382	0,373	0,364	0,356	0,401	0,370
120	0,449	0,449	0,431	0,339	0,334	0,328	0,318	0,351	0,325
140	0,406	0,409	0,396	0,304	0,301	0,297	0,284	0,316	0,296
160	0,377	0,381	0,372	0,272	0,270	0,268	0,254	0,284	0,268
180	0,331	0,338	0,334	0,247	0,245	0,244	0,219	0,254	0,244
210	0,294	0,303	0,304	0,216	0,215	0,216	0,188	0,219	0,213
240	0,261	0,271	0,275	0,193	0,191	0,193	0,147	0,189	0,186
300	0,214	0,222	0,231	0,154	0,153	0,156	0,115	0,148	0,148
360	0,1751	0,183	0,194	0,101	0,098	0,102	0,081	0,116	0,117
480	0,131	0,135	0,150	0,070	0,066	0,070	0,057	0,088	0,055
600	0,087	0,086	0,102	0,041	0,035	0,038	0,044	0,055	0,022
780	0,058	0,052	0,069	0,021	0,014	0,016	0,015	0,020	0

Apêndice

960	0,033	0,022	0,040	0,008	0	0	-----	-----	-----
1140	0,015	0	0,018	0	-----	-----	-----	-----	-----
1320	0	-----	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----

APÊNDICE C

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico-química do coco semimaduro e maduro “*in natura*”)

Tabela C1 - Análise de variância do teor de água no coco semimaduro e maduro "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	868,25082	868,25082	210,5752 **
Resíduos	4	16,49293	4,12323	
Total	5	884,74375		

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

Tabela C2 - Análise de variância do pH no coco semimaduro e maduro "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,67335	0,67335	453,9438 **
Resíduos	4	0,00593	0,00148	
Total	5	0,67928		

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

Tabela C3 - Análise de variância da acidez no coco semimaduro e maduro "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,00084	0,00084	3032,9996 **
Resíduos	4	0,00000	0,00000	
Total	5	0,00084		

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

Tabela C4 - Análise de variância do °Brix no coco semimaduro e maduro "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	35,61082	35,61082	5898,1494 **
Resíduos	4	0,02415	0,00604	
Total	5	35,63497		

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

Tabela C5 - Análise de variância das cinzas no coco semimaduro e maduro "in natura"

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,02083	0,02083	9,4122 *

Resíduos	4	0,00885	0,00221
Total	5	0,02968	

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

Tabela C6 - Análise de variância da Aw (25°C) no coco semimaduro e maduro “*in natura*”

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,00009	0,00009	132,2500 **
Resíduos	4	0,00000	0,00000	
Total	5	0,00009		

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

Tabela C7 - Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro e maduro “*in natura*”

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	21,10913	21,10913	00028982783**
Resíduos	4	0,00000	0,00000	
Total	5	21,10913		

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

APÊNDICE D

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico-química do coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix)

Tabela D1 - Análise de variância do teor de água no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	962,49386	192,49877	1291,1856 **
Resíduos	12	1,78904	0,14909	
Total	17	964,28290		

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

Tabela D2 - Análise de variância do pH no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	5,56211	1,11242	1982,5347 **
Resíduos	12	0,00673	0,00056	
Total	17	5,56884		

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

Tabela D3 - Análise de variância da acidez no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	0,02096	0,00419	83703,6229**
Resíduos	12	0,00000	0,00000	
Total	17	0,02096		

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

Tabela D4 - Análise de variância do °Brix no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	378,12199	75,62440	34968,9422**
Resíduos	12	0,02595	0,00216	
Total	17	378,14794		

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

Tabela D5 - Análise de variância das cinzas no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	0,47819	0,09564	94,9377 **
Resíduos	12	0,01209	0,00101	
Total	17	0,49028		

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

Tabela D6 - Análise de variância da Atividade de água (25°C) no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	0,00195	0,00039	700,4200 **
Resíduos	12	0,00001	0,00000	
Total	17	0,00195		

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

Tabela D7 - Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro e maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	1386,93752	277,38750	00503323884**
Resíduos	12	0,00001	0,00000	
Total	17	1386,93752		

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

APÊNDICE E

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico - química do coco semi - maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C)

Tabela E1 - Análise de variância do teor de água no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	88,10133	11,01267	285,3158 **
Resíduos	18	0,69477	0,03860	
Total	26	88,79610		

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

Tabela E2 - Análise de variância do pH no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	12,61199	1,57650	5527,9805 **
Resíduos	18	0,00513	0,00029	
Total	26	12,61712		

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

Tabela E3 - Análise de variância da acidez no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	0,77007	0,09626	868,1652 **
Resíduos	18	0,00200	0,00011	
Total	26	0,77206		

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

Tabela E4 - Análise de variância do °Brix no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	474,86292	59,35786	906,6330 **

Resíduos	18	1,17847	0,06547
Total	26	476,04139	

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

Tabela E5 – Análise de variância das cinzas no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	2,71712	0,33964	108,1928 **
Resíduos	18	0,05651	0,00314	
Total	26	2,77362		

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

Tabela E6 - Análise de variância da Aw (25°C) no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	0,03506	0,00438	100,0133 **
Resíduos	18	0,00079	0,00004	
Total	26	0,03585		

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

Tabela E7 - Análise de variância do açúcar total no coco semimaduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	1664,89533	208,11192	00041535112**
Resíduos	18	0,00009	0,00001	
Total	26	1664,89542		

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

APÊNDICE F

(Dados referentes à análise de variância da caracterização físico - química do coco maduro com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C)

Tabela F1 - Análise de variância do teor de água no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	28,53840	3,56730	288,0692
Resíduos	18	0,22290	0,01238	
Total	26			

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

Tabela F2 - Análise de variância do pH no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	3,78685	0,47336	1404,4643 **
Resíduos	18	0,00607	0,00034	
Total	26	3,79292		

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

Tabela F3 - Análise de variância da acidez no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	0,01683	0,00210	79,4360
Resíduos	18	0,00048	0,00003	
Total	26	0,01731		

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

Tabela F4 - Análise de variância do °Brix no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	910,83528	113,85441	2216,8746 **

Resíduos	18	0,92445	0,05136
Total	26	911,75973	

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

Tabela F5 – Análise de variância das cinzas no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	0,52743	0,06593	11,7703
Resíduos	18	0,10082	0,00560	
Total	26	0,62825		

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

Tabela F6 - Análise de variância da Atividade de água (25°C) no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45°Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	0,22119	0,02765	220,2133 **
Resíduos	18	0,00226	0,00013	
Total	26	0,22345		

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

Tabela F7 - Análise de variância do açúcar total no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix e seguido de secagem em secador de bandejas nas temperaturas 50, 60 e 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	8	1224,91239	153,11405	00045429444**
Resíduos	18	0,00006	0,00000	
Total	26	1224.91245		

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

APÊNDICE G

(Dados referentes à análise de variância do teste de aceitação da análise sensorial no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C)

Tabela G1 - Análise de variância para o atributo sabor do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	2	4.31667	2.15833	2.9893 ns
Resíduos	117	84.47500	0.72201	
Total	119	88.79167		

ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela G2 - Análise de variância para o atributo aroma do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas com ar na temperatura de 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	2	0,65000	0,32500	0,4993 ns
Resíduos	117	76,15000	0,65085	
Total	119	76,80000		

ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela G3 - Análise de variância para o atributo aparência do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	2	2,46667	1,23333	1,4576 ns
Resíduos	117	99,00000	0,84615	
Total	119	101,46667		

ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela G4 - Análise de variância para o atributo cor do teste de aceitação da análise sensorial, no coco maduro desidratado, com tratamento preliminar em solução osmótica de sacarose a 25, 35 e 45°Brix seguido de secagem em secador de bandejas na temperatura de 70°C.

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	2	2.86667	1.43333	2.0806 ns
Resíduos	117	80.60000	0.68889	
Total	119	83.46667		

ns não significativo ($p \geq .05$)