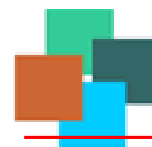




UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola



CTRN



Técnicas de secagem para elaboração de passas de jaca

Por:

Sânia Mara Pereira Ugulino

Orientadores:

Dra. Maria Elita Martins Duarte

Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Sânia Mara Pereira Ugulino

Técnicas de secagem para elaboração de passas de jaca

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

CAMPINA GRANDE

Fevereiro/2007

ÍNDICE

	PÁG.
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Generalidades sobre a jaca.....	4
2.2 Produção e mercado de frutas desidratadas.....	4
2.3 Desidratação osmótica.....	5
2.4 Teor de água de equilíbrio.....	9
2.5 Secagem.....	10
2.5.1 Secagem de frutas.....	11
2.6 Modelos matemáticos de secagem.....	13
2.6.1 Modelos teóricos.....	13
2.6.2 Modelos semi-teóricos.....	16
2.6.3 Modelos semi-empíricos.....	18
2.7 Caracterização físico-química.....	20
2.7.1 Açúcares totais e redutores.....	20
2.7.2 Acidez titulável.....	20
2.7.3 Teor de água.....	20
2.7.4 Cinzas.....	21
2.7.5 pH.....	22
2.7.6 Sólidos solúveis (°Brix)	22
2.8 Características sensoriais.....	23
2.8.1 Aparência.....	23
2.8.2 Cor.....	24
2.8.3 Sabor e aroma.....	24
2.8.4 Textura.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Matéria-prima.....	28

3.1.1	Seleção.....	28
3.1.2	Higienização.....	28
3.1.3	Despolpamento.....	28
3.1.4	Corte.....	29
3.2	Desidratação osmótica.....	29
3.2.1	Cozimento.....	30
3.3	Secagem.....	30
3.4	Caracterização físico-químico.....	33
3.5	Teste de aceitação sensorial.....	34
3.6	Análise estatística.....	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Caracterização físico-química.....	38
4.1.1	Açúcares redutores.....	40
4.1.2	Açúcares totais.....	41
4.1.3	Açúcares não redutores.....	44
4.1.4	Acidez.....	46
4.1.5	Teor de água.....	47
4.1.6	Cinzas.....	49
4.1.7	pH.....	50
4.1.8	Sólidos solúveis (°Brix)	51
4.2	Desidratação osmótica.....	53
4.3	Secagem	56
4.3.1	Equação de Fick.....	56
4.3.1.1	Equação de Fick com um termo da série.....	57
4.3.1.2	Equação de Fick com dois termos da série.....	61
4.3.1.3	Equação de Fick com três termos da série.....	66
4.3.2	Equação de Cavalcanti Mata.....	71
4.3.3	Equação de Page.....	76
4.3.4	Equação de Thompson.....	81
4.4	Teste de aceitação sensorial.....	87
5	CONCLUSÕES	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
7	ANEXOS	105

*Dedico esse trabalho Aquele que é tudo em
minha vida; Jesus Cristo. Meu Senhor
e Salvador, meu socorro presente em todas
as minhas aflições e a fonte da minha
satisfação, alegria e paz. A Ele toda a
Honra e toda a Glória.*

Agradecimentos

Ao Meu Senhor e Salvador Jesus Cristo, a quem devo o Dom da Vida. E ao Seu Corpo, que é a Igreja, por meio do qual tenho sido aperfeiçoada no Amor e na Luz.

Ao meu amado marido Germano Cezar, pelo amor, cooperação e espírito desafiador que sempre soube me fazer ir além do eu acreditava poder ir.

Aos meus pais, pela sólida formação dada até minha juventude, que me proporcionou a continuidade nos estudos até a chegada a este mestrado, meus eternos agradecimentos.

A minha Avó Maria Jandira (in memoriam), que como verdadeira mãe me ensinou princípios morais e éticos que serviram para lapidar meu caráter, e também sempre me ensinou a ter Deus em primeiro lugar na minha vida. Ela foi um exemplo de dedicação, vida e amor a ser seguido.

A minha irmã Riana Lara, que a distância me ensinou o quanto de é importante para mim e o quanto eu a amo.

A Aparecida, minha querida Cida, que foi na minha vida mais do que uma prima-irmã, e que cuidou de mim e hoje cuida das minhas filhas Debora e Isabel.

Aos professores, Dra. Maria Elita Martins Duarte e o Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata, pela orientação, atenção e apoio durante a realização desta conquista.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Francisco de Assis Santos e Silva e Prof. Dra. Alessandra Almeida Castro pela disposição em fazer as correções em tempo hábil, e pelas valiosas sugestões para a melhoria deste trabalho.

Ao CNPQ, pela bolsa cedida para a pesquisa.

A Deyzi Gouveia, amiga e companheira em todos os momentos dessa batalha. E aos colegas do curso de Pós-Graduação.

Aos funcionários do Laboratório de Processamento e Armazenamento de produtos Agrícolas.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

U27t Ugulino, Sônia Mara Pereira
2007 Técnicas de secagem para elaboração de passas de jaca / Sônia Mara Pereira
Ugulino. — Campina Grande, 2007.
112f.: il.

Referências.

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

Orientadores: Prof. Dra. Maria Elita Martins Duarte e Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata.

1— Jaca.2— Desidratação osmótica.3— Secagem. 4— Processamento. I— Título.

CDU— 634.393

ÍNDICE

	PÁG.
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Generalidades sobre a Jaca	4
2.2 Produção e mercado de frutas desidratadas	4
2.3 Desidratação osmótica	5
2.4 Teor de água de equilíbrio	9
2.5 Secagem	10
2.5.1 Secagem de frutas	11
2.6 Modelos matemáticos de secagem	13
2.6.1 Modelos teóricos	13
2.6.2 Modelos semi-teóricos	16
2.6.3 Modelos semi-empíricos	18
2.7 Caracterização físico-química	20
2.7.1 Açúcares totais e redutores	20
2.7.2 Acidez titulável	20
2.7.3 Teor de água	20
2.7.4 Cinzas	21
2.7.5 pH	22
2.7.6 Sólidos solúveis (°Brix)	22
2.8 Características sensoriais	23
2.8.1 Aparência	23
2.8.2 Cor	24
2.8.3 Sabor e aroma	24
2.8.4 Textura	25

3.	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Matéria-prima	28
3.1.1	Seleção	28
3.1.2	Higienização	28
3.1.3	Despolpamento	28
3.1.4	Corte	29
3.2	Desidratação osmótica	29
3.2.1	Cozimento	30
3.3	Secagem	30
3.4	Caracterização físico-químico	33
3.5	Teste de aceitação sensorial	34
3.6	Análise estatística	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Caracterização físico-química	38
4.1.1	Açúcares redutores	40
4.1.2	Açúcares totais	41
4.1.3	Açúcares não redutores	44
4.1.4	Acidez	46
4.1.5	Teor de água	47
4.1.6	Cinzas	49
4.1.7	pH	50
4.1.8	Sólidos solúveis (°Brix)	51
4.2	Desidratação osmótica	53
4.3	Secagem	56
4.3.1	Equação de Fick	56
4.3.1.1	Equação de Fick com um termo da série	57
4.3.1.2	Equação de Fick com dois termos da série	61

4.3.1.3	Equação de Fick com três termos da série	66
4.3.2	Equação de Cavalcanti Mata	71
4.3.3	Equação de Page	76
4.3.4	Equação de Thompson	81
4.4	Teste de aceitação sensorial	87
5	CONCLUSÕES	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	97
7	ANEXO	105

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1: Fluxo de água nas células através da membrana celular, durante a desidratação osmótica.....	6
Figura 2: Fluxograma do processo de obtenção de jaca em passa.....	27
Figura 3: Exemplar da jaca cortada.....	29
Figura 4: Secador de bandejas Polidryer PD-25.....	30
Figura 5: Questionário do teste de aceitação sensorial.....	36
Figura 6: Dados experimentais de secagem osmótica de jaca a temperatura de aproximadamente 43 °C, obtidos em solução osmótica de sacarose a 40 e 50 °Brix e respectivas curvas estimadas segundo a equação de Page.....	53
Figura 7: Ganho de sólidos em função do tempo durante secagem osmótica de jaca nas concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix, usando-se uma equação exponencial.	55
Figura 8: Ganho de sólidos em função do tempo durante secagem osmótica de jaca nas concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix, usando-se uma equação polinomial de terceira ordem.....	55
Figura 9: Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 1° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	57
Figura 10: Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 1° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	58
Figura 11: Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 1° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	59
Figura 12: Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 1° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetidas a uma pré-secagem osmótica a	

	50 °Brix, sem cozimento prévio).....	60
Figura 13:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 2° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	62
Figura 14:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando o 2° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	63
Figura 15:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 2° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	64
Figura 16:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 2° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, sem cozimento prévio).....	65
Figura 17:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 3° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	67
Figura 18:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 3° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	68
Figura 19:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 3° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	69
Figura 20:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se o 3° termo da série da equação de Fick (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, sem cozimento prévio).....	70

Figura 21:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Cavalcanti Mata (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	72
Figura 22:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Cavalcanti Mata (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	73
Figura 23:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Cavalcanti Mata (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	74
Figura 24:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Cavalcanti Mata (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, sem cozimento prévio).....	75
Figura 25:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Page (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	77
Figura 26:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Page (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	78
Figura 27:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Page (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	79
Figura 28:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Page (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, sem cozimento prévio).....	80
Figura 29:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca	

	nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Thompson (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, com cozimento prévio).....	82
Figura 30:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Thompson (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 40 °Brix, sem cozimento prévio).....	83
Figura 31:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Thompson (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, com cozimento prévio).....	84
Figura 32:	Dados experimentais e calculados das curvas de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C, utilizando-se a Equação de Thompson (Passa de jaca submetida a uma pré-secagem osmótica a 50 °Brix, sem cozimento prévio).....	85
Figura 33:	Perfil sensorial pelo segundo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 40 °Brix e cozimento prévio, seguida de secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	88
Figura 34:	Perfil sensorial obtido pelo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 50 °Brix e cozimento prévio, seguida de secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	90
Figura 35:	Perfil sensorial obtido pelo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 40 °Brix, sem cozimento prévio, seguida de secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	92
Figura 36:	Perfil sensorial obtido pelo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 50 °Brix, sem cozimento prévio, seguida de secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	93

LISTA DE TABELA

PÁG.

Tabela 1:	Equações testadas para representar a secagem de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	33
Tabela 2:	Valores médios das características físico-químicas da jaca in natura, Campina Grande, PB, 2006.....	38
Tabela 3:	Análise de variância das características físico-químicas da jaca, Campina Grande, PB, 2006.....	39
Tabela 4:	Valores médios dos açúcares redutores da jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	40
Tabela 5:	Valores médios dos açúcares totais da jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	42
Tabela 6:	Valores médios dos açúcares não redutores da jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	44
Tabela 7:	Valores médios da acidez na jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	46
Tabela 8:	Valores médios do teor de água na jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	47
Tabela 9:	Valores médios de Cinzas na jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	49
Tabela 10:	Valores médios do pH na jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	50
Tabela 11:	Valores médios dos sólidos solúveis (°Brix) na jaca in natura e da passa de jaca em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.....	51
Tabela 12:	Coeficientes de difusão utilizando-se o 1º termo da série da equação de Fick, decorrente do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com cozimento posterior e sem o cozimento posterior).....	61
Tabela 13:	Coeficientes de difusão utilizando-se dois termos da série da equação de Fick, decorrente do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com e sem o cozimento posterior).....	66

Tabela 14: Coeficientes de difusão utilizando-se três termos da série da equação de Fick, decorrente do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com cozimento posterior e sem cozimento posterior).....	71
Tabela 15: Coeficientes da Equação de Cavalcanti Mata, decorrentes do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com cozimento posterior e sem cozimento posterior).....	76
Tabela 16: Coeficientes da Equação de Page, decorrentes do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com cozimento posterior e sem cozimento posterior).....	81
Tabela 17: Coeficientes da Equação de Thompson, decorrentes do processo de secagem de passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C (jaca submetida previamente a uma desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix, com cozimento posterior e sem cozimento posterior).....	86
Tabela 18: Valores médios atribuídos pelos provadores para os atributos sensoriais das passas de jaca elaboradas com diferentes concentração de açúcar da solução osmótica (40 e 50 °Brix), com cozimento e sem cozimento e completadas nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C.....	87
Tabela 19: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 40 °Brix e seca na temperatura de 45°C.....	105
Tabela 20: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 50 °Brix e secada a temperatura de 45°C.....	106
Tabela 21: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 40 °Brix e secada a temperatura de 60°C.....	107

Tabela 22: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 50 °Brix e secada a temperatura de 60 °C	108
Tabela 23: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 40 °Brix e secada a temperatura de 75 °C.....	109
Tabela 24: Dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca elaborada em solução osmótica de 50 °Brix e secada a temperatura de 75 °C.....	110

RESUMO

A jaqueira (*Artocarpus integrifolia*), árvore frutífera originária da Índia, foi introduzida no Brasil há centenas de anos. Sua parte comestível, caracterizada pela polpa, é consumida em sua quase totalidade sob a forma in natura, pelas mais diversas camadas da população. Busca-se, através deste trabalho, a elaboração de passas da polpa de jaca (variedades Dura) submetida a desidratação osmótica em solução osmótica com 40 e 50 °Brix, com cozimento prévio e também sem o cozimento, e secadas a temperatura de 45, 60 e 75 °C; a determinação da composição físico-química da polpa e das passas; a determinação da cinética de secagem segundo as equações de Cavalcante Mata, Page, Thompson e Fick; e a avaliação do aspecto sensorial das passas de jaca. Na composição físico-química, os teores de açúcares redutores e totais aumentaram mais nas passas elaboradas com tratamento T3 (50 °Brix; com cozimento; 45 °C) e nos açúcares não-redutores, no tratamento T7 (50 °Brix; com cozimento; 60 °C), para as análises de pH, teor de água e sólidos solúveis totais (°Brix), das jacas-passas foram semelhantes aos encontrados na literatura. Na desidratação osmótica para os dois tratamentos (40 e 50 °Brix), a maior perda de água ocorreu até os 600 min iniciais da desidratação. Na cinética de secagem dentre as equações propostas que melhor se ajustaram aos dados experimentais, foi a proposta de Cavalcanti Mata ($R^2 = 99,98\%$), uma vez que os pontos se ajustaram melhor aos pontos experimentais. Os testes de aceitação sensorial indicaram que a melhor aparência e a melhor cor foram da jaca-passa (524) elaborada com solução osmótica de 50 °Brix, sem o cozimento e, para sabor e aroma da jaca-passa (414) tratada em solução de 40 °Brix, com o cozimento prévio, ambas secadas a temperatura mais amena, ou seja, de 45 °C, foi a preferida pelos provadores, com resultados acima de 6,0 (gostei ligeiramente) em escala hedônica de 1 a 9 e mostraram viabilidade tecnológica para a produção comercial.

Palavras-chave: jaca, desidratação osmótica, secagem, processamento

ABSTRACT

The jack fruit tree is a fruitful tree originates of the India that was introduced in Brazil hundreds of years ago. Its eatable part, characterized for the pulp, is almost all consumed in its natural form, for the most diverse layers of the population. The aim of this work was to study the elaboration of raisins of jack pulp (hard variety), that have been submitted to osmotic dehydration in osmotic solution with 40 and 50 °Brix, with previous baking and also without baking, and, later, drought in temperatures of 45, 60 and 75 °C; to study the determination of the physical and chemical composition of the pulp and the raisins; the determination of drying kinetics in accordance with the equations of Cavalcanti Mata, Page, Thompson and Fick; the evaluation of the sensorial aspect of the jack raisins. In the physical and chemical composition, the texts of reducing and total sugars have had greater increase in the raisins elaborated with T3 treatment (50 °Brix; with baking; 45°), and in the non-reducing sugars, in the T7 treatment (50 °Brix; with baking; 60°). For the analyses of pH, water text and total soluble solids of the jack raisins, all the results were the same from those found in literature. In the osmotic dehydration for the two treatments (40 and 50 °Brix), the biggest loss of water occurred until the 600 initial minutes of the process. In the drying kinetics, amongst the proposed equations, the one that have better adjusted to the experimental data was that proposed by Cavalcanti Mata ($R^2 = 99,98\%$), because the points had a better adjustment with the experimental points. The tests of sensorial acceptance indicated that the best appearance and color were from the raisin of jack (524) elaborated with 50 °Brix osmotic solution, without baking, and the best flavor and smell were from the raisin of jack (414) treated in 45 °Brix, with previous baking; both of them, when drought in a lower temperature of 45 °C, have been approved by the tasters with results above 6,0 (liked slightly), in a Hedonic scale from 1 to 9. They have also shown economic viability for commercial production.

Keywords: jack fruit, osmotic dehydration, drying, processing

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a fruticultura ocupa lugar de destaque na esfera mundial, não apenas pelo valor alimentício como, também, devido à importância de seus derivados. É notória a tendência mundial ao consumo de frutas tropicais, seja pelo seu valor nutricional ou por suas características organolépticas, visando a uma melhoria na qualidade de vida das pessoas (GOMEZ et al., 2000).

A jaqueira *Artocarpus integrifolia* L, *Artocarpus heterophilus* Lam., *Moraceae*, *Dicotyledonae*, originária da Ásia (Malásia, Índia), foi trazida para o Brasil pelos portugueses (TODA FRUTA, 2006), aqui introduzida e difundida durante o século XVIII. O fruto chega a pesar até 15 kg, de forma ovalada ou arredondada, e nasce no tronco e nos galhos mais baixos da jaqueira; quando madura, tem cor amarelada e superfície áspera com pequenas saliências, e em seu interior são formados vários gomos, em que cada gomo contém um grande caroço recoberto por uma polpa cremosa, viscosa e bastante aromática (GEOCITIES, 2006).

Considerando-se a consistência da polpa dos frutos, conclui-se que as variedades mais cultivadas são a jaca dura (frutos maiores e polpa firme), a jaca mole (frutos menores, bagos moles e mais doces) e a jaca manteiga (MINISTERIO DA SAÚDE, 2002).

A jaca é muito rica em carboidrato, vitaminas e sais minerais, como cálcio, especialmente, em ferro, que a torna muito útil no tratamento de anemia. A composição da polpa da fruta, para 100 gramas, é: água 84%, carboidrato 18,9g, proteína 1,9g, lipídio 0,1g, fibra 1,1g, cálcio 20mg, fósforo 30mg, ferro 0,5mg, vitamina A 540 U.I., tiamina 30 U.I., a semente contém 6,6% de proteínas e 25,8% de carboidrato (GIRALDO-ZUÑIGA et al., 2004).

No nordeste brasileiro, particularmente no estado da Paraíba, não há dados oficiais de sua cultura, em razão deste fruto ser comercializado de forma informal; é notório, porém, que se trata de uma cultura de razoável escala, como pode ser observado, através da comercialização em feiras livres ou mesmo à beira-de-estradas, no estado (SILVEIRA, 2002).

Segundo VASCONCELOS et al. (2000), sua parte comestível, caracterizada pela polpa, é consumida, em sua quase totalidade, sob a forma in natura, pelas mais diversas camadas da população. Uma quantidade relativamente pequena é utilizada para o processamento de sucos e doces; há ainda, poucas indústrias de processamento de doces que empregam processos artesanais de produção e fora dos padrões higiênico-sanitários exigidos.

Conforme BRUNINI et al. (2002) a conservação de frutas na forma de sucos, polpas e outros produtos, foi desenvolvida para aumentar a sua oferta no período de entressafra e para utilização dos excedentes do produto.

A polpa de fruta congelada é o produto obtido da parte comestível da fruta, após trituração e/ou despulpamento e preservação por congelamento; sua utilização é quase sempre como matéria-prima para processamento de outros produtos como néctares, sucos, geléias, sorvetes e doces (BRUNINI et al., 2002).

A sazonalidade de produção das frutas de clima temperado justifica a necessidade de se industrializar parte das colheitas, como medida de amparo à agricultura visando maior disponibilidade de alimentos de alta qualidade para o mercado brasileiro e para a exportação, durante a maior parte do ano. Sendo o Brasil um país que apresenta vasta diversidade frutífera e um valor de perdas bastante significativo, faz-se necessária a busca de processos que confirmem, a essas frutas, maior tempo de vida útil (ARAÚJO, 2005).

De acordo com ARAÚJO (2005) a conservação de frutas vem ganhando destaque especial nas últimas décadas, principalmente através do processo convencional de secagem; entretanto, a técnica combinada de desidratação osmótica e secagem vem sendo bastante utilizada pois, segundo diversos pesquisadores, combinação confere ao produto final uma série de benefícios, apresentando melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor sabor e estabilidade de cor, quando comparada com o processo convencional de secagem, isolado.

1.1 Objetivo geral

Obtenção de passa de jaca aplicando diferentes tratamentos e diversas temperaturas de secagem.

1.2 Objetivos específicos

- Analise físico-química e nutricional da jaca in natura
- Realizar a desidratação osmótica nas concentrações de 40 e 50 °Brix
- Realizar a secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C para o produto desidratado com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento
- Realizar a cinética de secagem do produto, segundo equações de Cavalcanti Mata, Page, Thompson e Fick
- Realizar a caracterização química e físico-química do produto após o processamento
- Teste de aceitação sensorial dos produtos quanto aos aspectos aparência, aroma, sabor e cor

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades sobre a jaca

A jaqueira é uma árvore de porte ereto, elevada (atinge 20 a 25 m) de copa densa e irregular, cuja floração ocorre principalmente na época chuvosa, de janeiro a março, com vários picos de floração ao longo do ano; produz frutos enormes, que pesam em média 9 kg, mas podem chegar a 15 kg, brotando, sobretudo no tronco e nos galhos mais baixos. Esses frutos são ovalados ou arredondados, de casca amarela quando maduros e superfície áspera, com pequenas saliências; o interior da jaca é formado de vários gomos, em que cada um contém um grande caroço recoberto por uma polpa cremosa, viscosa e muito aromática (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

A jaca (*Artocarpus heterophyllus*) pertence à família *Moraceae*, é originária da Índia, cultivada no Ceilão, Malásia, Filipinas, Brasil e outras regiões tropicais (SILVEIRA, 2002). No Brasil, classificada como: jaca-dura (com frutos grandes 15, 30, 40 kg e bagos de consistência rígida); jaca-mole (frutos menores, bagas doces com consistência mole) e jaca-manteiga (com bagos adocicados e de consistência intermediária) (SEAGRI, 2006).

2.2 Produção e mercado de frutas desidratadas

A Food and Agriculture Organization (FAO) tem mostrado que a comercialização mundial de produtos derivados de frutas cresceu mais de 5 vezes nos últimos quinze anos. Entre os países em desenvolvimento, o Brasil se destaca devido à maior produção, que está concentrada em um pequeno número de espécies frutíferas, as quais são cultivadas e processadas em larga escala (BRUNINI et al., 2002).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de fruta, cuja produção supera 34 milhões de toneladas. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,2 milhões de hectares, geram 4 milhões de empregos diretos (2 a 5 pessoas por hectare) e um PIB agrícola de US\$11 bilhões; além disso, para cada 10.000 dólares investidos em fruticultura, são gerados 3 empregos diretos permanentes e 2 empregos indiretos (TODA FRUTA, 2006).

A fruticultura, voltada especificamente para a agroindústria, com exceção da laranja, ainda é bastante limitada no Brasil. Na maioria dos casos os fruticultores produzem, predominantemente, para o mercado in natura, no qual conseguem, em geral retorno maior, vendendo apenas o excedente a um preço menor para a indústria; portanto, no Brasil a produção e comercialização de frutas processadas acompanham de perto a produção e a comercialização de fruta fresca. Entre os produtos processados, as frutas desidratadas se destacam por serem normalmente de fácil obtenção, manter as características do produto natural, reduzir os custos de transporte e por possuírem características que dificultam o desenvolvimento de microrganismos, os quais poderiam promover a deterioração da fruta fresca (TODA FRUTA, 2006).

A todos os fatores viabilizadores e propulsores do consumo de frutas frescas, acrescenta-se a possibilidade de consumo durante todo o ano e a praticidade de uso, quando se trata de frutas conservadas por processos como secagem e desidratação, redução da perecibilidade e do volume a ser transportado; esses fatores também facilitam a exportação de alguns produtos que deixam de estar sujeitos à lei de proteção de plantas de países importadores (TODA FRUTA, 2006).

2.3 Desidratação osmótica

Osmose é o processo no qual nas células vivas, animais ou vegetais, a água passa através de membranas semipermeáveis, de uma região de baixa concentração de sólidos solúveis (solução hipotônica) para outra de concentração mais elevada (solução hipertônica). A força que faz o líquido migrar da região de baixa concentração para a de alta concentração, é chamada “pressão osmótica” (FIOREZE, 2004).

O tratamento osmótico tem-se apresentado como ferramenta tecnológica importante para se desenvolver novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e propriedades funcionais (TORREGGIANI & BERTOLO, 2001).

Segundo FIOREZE (2004) com o aumento a pressão osmótica pela adição de solutos na solução e a atividade de água dessa solução ficam menores que a atividade e a água do produto e são estabelecidos três fluxos de massa, ou seja: um fluxo principal

de água ocorre de dentro para fora das células, através da membrana celular, para os espaços intercelulares e então para a solução osmótica, conforme esquema na Figura 1; um segundo fluxo, de menor intensidade e em sentido oposto, se deve à migração dos sólidos solúveis da solução, para o interior do produto e um terceiro fluxo, de intensidade muito menor que os dois anteriores, é a migração de substâncias solúveis (ácidos orgânicos, minerais, vitaminas etc.) naturais do alimento, para a solução osmótica, junto com o fluxo de água.

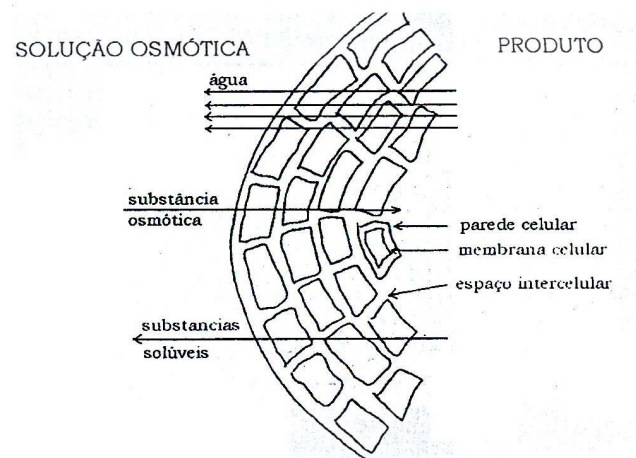


Figura 1. Fluxo de água nas células através da membrana celular, durante a desidratação osmótica

Este processo reduz a quantidade de água no alimento e incorpora outros sólidos, sem necessidade de energia térmica para promover a transferência de massa, como ocorre em outros processos de desidratação. O processo tem ainda como outras vantagens a inibição do escurecimento enzimático, conservação da cor natural do produto sem adição do sulfito e alta retenção de compostos voláteis durante uma desidratação posterior com ar quente (FIOREZE, 2004).

O interesse no pré-tratamento utilizando-se desidratação osmótica em relação aos processos convencionais de desidratação, se justifica pelas vantagens que são apresentadas pelos produtos finais, como retenção das vitaminas, estabilidade da cor sem adição de sulfitos, alta retenção de componentes voláteis durante a etapa de secagem e redução do fenômeno do encolhimento (ARAÚJO, 2005).

- Agentes desidratantes

O tipo e a concentração da substância desidratante influenciarão diretamente nos valores nutritivos e nas propriedades organolépticas do produto final. Segundo FIOREZE (2004) a impressão é favorecida por solutos de baixo ponto molecular enquanto a desumidificação é por solutos de alto peso molecular. O cloreto de sódio é um excelente agente osmótico porém limitado às hortaliças, em função da impregnação; já a sacarose é considerada a melhor substância osmótica para frutas, principalmente quando é utilizada a desidratação osmótica como pré-tratamento para a secagem.

- Casca e corte do produto

O tipo da fruta influencia o processo osmótico devido sobretudo, à permeabilidade da casca e estrutura interna. Com referência ao tamanho, quanto maior o produto mais difícil e lento é a troca de massa entre o produto e a solução. Alguns produtos têm a casca constituída de uma membrana praticamente impermeável, casos em que se pode solucionar o problema com a remoção total da casca por tratamento físico, químico (NaOH, HCl, etc.) ou para contorná-lo fazer furos para permitir a saída da água e entrada do agente osmótico; outra solução é cortar o produto em partes, o que facilita mais ainda o processo apesar de aumentar as perdas de sólidos do produto para a solução osmótica (FIOREZE, 2004).

- Concentração da solução

Soluções muito concentradas podem causar efeitos indesejáveis no produto final, além de haver uma impregnação nas camadas mais externas, dificultando a difusão para o interior. Em uma fase inicial do processo a retirada de água e a impregnação do soluto são diretamente proporcionais à concentração da solução (FIOREZE, 2004).

- Temperatura da solução

A taxa de desidratação osmótica é controlada pela diferença das pressões parciais, que é diretamente relacionada com a temperatura. Quanto maior essas diferenças, maior serão os fluxos de massa entre o produto e a solução osmótica; em outras palavras, quanto maior a temperatura mais fácil ocorre o processo osmótico porém com o cuidado de não cozinhar o produto. Mesmo que não ocorra o cozimento, o aumento da temperatura sempre causará o amolecimento da polpa do produto, o que pode ser indesejado (FIOREZE, 2004).

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

- Tempo de imersão

Quanto maior o tempo em que o produto fica mergulhado na solução, mais efetivo será o processo; aqui também é imprescindível o cuidado de não ficar tempo demais, causando a desintegração do mesmo. A desidratação ocorre mais intensamente nas duas primeiras h e daí se vai tornando progressivamente menor, até que o fluxo de água cessa, enquanto o ganho de sólidos continua, o que leva ao aumento de peso do produto nesta fase (FIOREZE, 2004).

- Agitação

Quando o processo osmótico ocorre com a solução estática, a osmose se dá exclusivamente por difusão molecular, o que torna o processo lento, uma vez que a

solução pode apresentar alta viscosidade. Se a solução for agitada, o processo osmótico será facilitado, mas haverá grande risco de desintegração do produto (FIOREZE, 2004).

Se por agitação, o processo se torna mais rápido em razão de ocorrer uma constante “renovação” da concentração de solutos em contato com o sólido.

2.4 Teor de água de equilíbrio

LEWIS (1921) introduziu o conceito de teor de água de equilíbrio na secagem, relacionando a taxa de secagem com o teor de água livre, ou seja, o conteúdo total de teor de água menos o teor de água de equilíbrio.

Segundo TREYBAL (1968) o teor de água de equilíbrio pode ser interpretado como sendo o conteúdo de teor de água que este apresenta quando a pressão de vapor de água em sua superfície se iguala à pressão de vapor de água no ar que o envolve.

O teor de água de equilíbrio é particularmente importante na secagem visto que ele representa o valor limite para uma condição de umidade relativa e temperatura. Se o alimento for secado até um conteúdo de água menor, que normalmente possui quando em equilíbrio com o ambiente, ele retornará ao seu equilíbrio na estocagem ou manipulação, se precauções não forem tomadas (CHEN & CHEN, 1974).

LABUZA et al. (1972) relatam que uma característica fundamental de materiais biológicos que influencia todo o aspecto de manuseio, estocagem, processamento e consumo de produtos alimentares, é sua higroscopicidade que, segundo o pesquisador, é a relação existente entre a água e outros compostos de um produto.

Em sendo assim, a maior ou menor intensidade com que a água se liga ao alimento pode ser expressa pela chamada atividade de água (a_w), que pode ser definida como a relação entre a pressão do vapor de água no ar e a pressão de vapor de água no ar saturado, medidas a mesma temperatura. Reações químicas e atividade microbiológica são diretamente controladas pela atividade de água; deste modo, é necessário o conhecimento de isotermas de sorção que descrevam satisfatoriamente este comportamento (LABUZA, 1980).

2.5 Secagem

KEEY (1972) define a secagem como a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido, isto é, a operação na qual a atividade de água de um alimento é diminuída pela remoção de água, através de sua vaporização. A água presente no sólido é chamada de teor de água; portanto, a secagem de interesse do estudo, é caracterizada pela evaporação da água do material biológico.

A secagem pode ser realizada de forma natural, ou seja, aquela em que o ar que promove a secagem do produto provém da ação dos ventos e a energia utilizada emana da incidência direta da energia solar; ou artificial, que consiste em submeter o produto à ação de uma corrente de ar, sob condições controladas de temperatura, umidade, velocidade e direção do fluxo de ar constante (PUZZI, 1977).

A secagem artificial é uma operação relativamente cara; entretanto, apresenta uma série de vantagens com relação à secagem natural, como independência das condições climáticas, possibilidade de se estabelecer um programa de operação com mais facilidade; além disso, diminui o risco de deterioração dos alimentos em função do tempo de secagem ser menor (SOUSA, 1999).

Durante a secagem ocorrem dois processos simultâneos: um de transferência de calor e outro de transferência de massa. A transferência de calor se dá no interior e do meio para a superfície, enquanto a transferência de massa acontece durante a remoção da água da superfície do material por meio de um fluido secante externo que é, geralmente, o ar (MENON & MUJUMDAR, 1987). Os fatores que governam a velocidade desses fenômenos de transferência determinam a taxa de secagem, tais como pressão de vapor d'água no material e no ar de secagem, temperatura e velocidade do ar de secagem, velocidade de difusão da água no material, espessura e superfície exposta para secagem (VAN ARSDEL, 1973).

Os métodos de cálculo da taxa de secagem diferem de acordo com o período verificado no processo: taxa constante e/ou taxa decrescente. Para produtos agrícolas e alimentícios, o período de taxa decrescente é quase sempre o único observado e, neste

caso, a transferência interna de água é que governa e determina a taxa de secagem (DAUDIN, 1983).

Devido à complexidade das equações, muitos pesquisadores têm utilizado o método empírico para estudar a secagem de produtos biológicos. O método empírico consiste em formar grupos fixos adimensionais, que podem ser facilmente investigados em laboratório através de experimentos e se baseia nas condições externas, como temperatura, umidade e velocidade do ar de secagem, porém não fornece indicações sobre o transporte de energia nem de umidade do interior dos produtos (SILVA, 1985).

2.5.1 Secagem de frutas

A secagem de frutas é uma forma de conservação praticada desde a antiguidade. O processo visa à redução da atividade de água do alimento a qual está relacionada intimamente com a sua estabilidade física, química e microbiológica; outro objetivo da secagem de frutas é a significativa redução em volume e peso, o que promove maior facilidade no transporte e armazenamento do produto alimentício. Segundo FIOREZE, (2004), frutas-passas são frutas que têm o seu teor de água diminuído através de um processo de secagem ocorrendo, conseqüentemente, elevação do teor de açúcares naturais da própria fruta.

A secagem de frutas como alternativa para a obtenção de produtos mais nobres, através da desidratação, como frutas desidratadas ou passas, é um processo muito antigo, embora pouco conhecido. No Brasil, o mercado de frutas na forma de passas ou cristalizadas, ainda depende quase que exclusivamente de produtos importados (FAVA, 2004).

Inúmeros estudos têm sido conduzidos para analisar o fenômeno de transferência de calor e massa durante o processo de secagem. Diversos autores consideram as condições externas do ar sobre o processo, e outros consideram as condições internas ao produto, com ênfase aos mecanismos de movimento de umidade e seus efeitos sobre o mesmo. Devido à sua grande importância, vários modelos matemáticos têm sido propostos para descrever a redução de umidade durante a secagem de sólidos; contudo, são escassos os trabalhos que incorporam os fenômenos simultâneos de transporte de

calor e massa, em uma abordagem concentrada (modelos empíricos e semi-empíricos), segundo Lima et al., citados por MARQUES (2005). Existem métodos empíricos, teóricos e semi-teóricos para descrever o processo de secagem. O método empírico é utilizado para análises de secagem usando-se dados experimentais que podem ser determinados em laboratório e na utilização da análise adimensional; tal método se baseia, geralmente, nas condições externas de secagem, não fornecendo indicações sobre o transporte de energia e massa no interior do produto, muito embora forneça informações para elaboração de projetos (FORTES & OKOS, 1980).

Dentre essas teorias, o modelo de difusão líquida tem sido amplamente utilizado por diversos autores no estudo de secagem de alimentos (PINTO & TOBINAGA, 1996; PARK, 1987; AGUERRE et al., 1985; MAZZA & LEMAGUER, 1980; VACCAREZZA et al., 1974). Em geral o coeficiente de difusão é obtido por ajuste das curvas teóricas aos dados experimentais de secagem e é também denominado difusividade efetiva, por englobar efeitos de diferentes fenômenos durante a migração de umidade (QUEIROZ, 1994). A difusividade efetiva de umidade é uma importante propriedade de transporte, sendo útil na análise das operações de processamento de produtos alimentícios, como a secagem mas, devido à complexa composição e estrutura física dos alimentos, é difícil se conseguir estimativas precisas desta propriedade, sendo assim necessárias medidas experimentais (SARAVACOS, 1989).

De acordo com BRENNAN et al. (1980) a temperatura e o teor de água são as variáveis mais relevantes em comparação a outras que afetam a difusividade efetiva; porém, deve-se mencionar a constituição química e física do produto, forma e tamanho, as quais podem se adequar ao modelo matemático utilizado para descrever o processo.

O teor de água é dado em porcentagem (%), podendo ser expresso em base úmida ($T_{a_{bu}}$) nas operações comerciais e nas unidades de beneficiamento e em base seca ($T_{a_{bs}}$), nos estudos de pesquisa (OLIVEIRA, 2000).

$$X_{bu} = \frac{Pa}{(Pa + Pms)} * 100 \quad (1)$$

$$X_{bs} = \frac{Pa}{P_{ms}} * 100 \quad (2)$$

em que:

X_{bu}: teor de água referente à base úmida

X_{bs}: teor de água referente à base seca

Pa: massa de água

ms: matéria seca

Pode-se encontrar na literatura um grande número de equações para representar a secagem de uma camada delgada. A equação de PAGE (1949) é uma das mais utilizadas e, muitas vezes, apresenta as variáveis “a” e “b” em função de outras variáveis. Em todos os modelos as umidades dos produtos estão em base seca. A maioria das equações de camadas delgadas apresenta a razão de água, MR, como função do tempo. Thompson et al. apresentaram um modelo em que colocaram o tempo em função da razão de água do produto, na forma de uma exponencial de segunda ordem (FIOREZE, 2004).

2.6 Modelos matemáticos de secagem

2.6.1 Modelos teóricos

A secagem de alimentos é analisada através de curvas de secagem, apresentadas na forma de teor de água normalizada $\left(\frac{X}{X_o}\right)$ em função do tempo, da taxa de secagem

(N) em função do teor de água absoluto (X) e da relação água livre,

$RX = \left(\frac{X - X_e}{X_o - X_e}\right)$ em função do tempo (SOUSA, 1999).

Segundo CRANK (1975), a principal teoria utilizada para interpretar a secagem de alimentos e de produtos agrícolas é a teoria da difusão de umidade, como líquido ou vapor representado pela Segunda Lei de Fick.

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \nabla \cdot (D_{ap} \nabla U) \quad (3)$$

sendo:

X: Teor de água do produto, decimal, base seca

t: tempo de secagem, s

D_{ap} : coeficiente de difusão, $m^2 s^{-1}$

A teoria da difusão líquida ou Segunda Lei de Fick tem sido preferida por diversos pesquisadores de produtos agrícolas, pois estabelece a difusão de água em termos do gradiente de concentração (CAVALCANTI MATA, 1997; GOUVEIA, 1999).

CRANK (1975) apresentou diversas soluções analíticas em forma de séries para a equação de difusão, considerando diferentes condições iniciais e de contorno, além de casos em que a difusividade pode variar de forma linear ou exponencial com a concentração de umidade; tratando-se de um fenômeno de migração complexo, trabalha-se com a difusividade aparente, que engloba todos os efeitos que podem intervir neste fenômeno, porém essas soluções se aplicam a sólidos de formas geométricas simples e constantes ao longo do processo.

A secagem de materiais homogêneos, segundo a teoria de difusão de líquido, pode ser explicada pela equação:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{c}{r} \cdot \frac{\partial X}{\partial r} \right) \quad (4)$$

sendo:

X: teor de água do produto, decimal, base seca

C: 0, para corpos planos, 1 para corpos cilíndricos e 2 para corpos esféricos

r: distância radial ou espessura, m

t: tempo, s

D: coeficiente de difusão, $m^2 s^{-1}$

Várias soluções analíticas da Equação 4 podem ser obtidas para diversas formas geométricas.

No estudo da cinética de desidratação osmótica, faz-se uso da Teoria Difusional, a qual se baseia na equação da difusão líquida (Segunda Lei de Fick), cujo fluxo de massa é proporcional ao gradiente de concentração dentro do sólido. CRANK (1975) propôs uma solução analítica para a Lei de Fick, considerando distribuição de umidade inicial uniforme e ausência de qualquer resistência térmica para uma placa plana infinita (Equação 5):

$$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[\frac{-(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right] \quad (5)$$

donde:

X_t = teor de água médio no tempo (t)

X_e = teor de água de equilíbrio

X_0 = teor de água inicial

D_{ef} = difusividade efetiva

t = tempo

L = dimensão característica (meia espessura da placa).

Partindo-se da Equação 5, pode-se obter uma equação para geometria cúbica. De acordo com TREYBAL (1968), resolvendo-se a Lei de Fick para uma geometria retangular, ter-se-ia o produto de três termos adimensionais: $[(X_t - X_e)/(X_0 - X_e)]_a$, correspondentes a uma meia espessura **a**, $[(X_t - X_e)/(X_0 - X_e)]_b$, para uma meia espessura **b** e $[(X_t - X_e)/(X_0 - X_e)]_c$, para uma meia espessura **c**. No caso de um cubo, como **a**, **b** e **c** são iguais, isto corresponderia a elevar a solução de Fick para placa plana infinita ao cubo, chegando-se à Equação 6:

$$\left[\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} \right]_{\text{cubo}} = \left[\frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp \left[-(2i+1)^2 \pi^2 D_{ef} \frac{t}{4L^2} \right] \right]^3 \quad (6)$$

em que a dimensão característica agora passa a ser a aresta do cubo ($2L$).

Apesar da complexidade dos mecanismos de migração de água, encontrou-se que a Lei de Fick pode prever, com razoável precisão, o tempo médio de secagem, a distribuição da água interna e a temperatura da amostra durante a desidratação de açúcar de beterraba (VACAREZZA et al., 1974).

Apesar de se ter obtido excelentes ajustes aos dados experimentais usando-se a equação da difusão, é improvável que muitas dessas considerações sejam válidas. Diversos pesquisadores concordam que o coeficiente de difusão não é constante mas uma função do teor de água, segundo Singh et al., citados por MARQUES (2005).

Gabas, citado por MARQUES (2005), enfoca que a migração de água em sólidos pode ser representada pela Segunda Lei de Fick, Equação 3. Para alimentos com alto teor de água (uva, caqui, ameixa e caju), a variação do volume é grande, razão pela qual as soluções analíticas desta mesma equação que não levam em consideração o encolhimento, não podem ser aplicadas.

2.6.2 Modelos semi-teóricos

Segundo PARRY (1985), alguns modelos semi-teóricos são baseados na teoria da difusão, assumindo que a resistência ocorre em uma camada fina na superfície da partícula; portanto, um outro modelo alternativo para analisar dados de secagem é um modelo análogo à Lei de Resfriamento de Newton na Transferência de Calor. Este modelo estabelece que a taxa de secagem seja proporcional ao teor de água livre.

$$\frac{\partial X}{\partial t} = -k(X - X_e) \quad (7)$$

em que:

X: teor de água do produto, decimal, base seca

X_e: teor de água de equilíbrio, base seca

K: constante de secagem

t: tempo, h

O modelo assume que a resistência a difusão ocorre na camada limite. Integrando-se a Equação 7, tem-se:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} = \exp(-kt) \quad (8)$$

sendo:

RX: razão de água, adimensional

X: teor de água do produto, decimal, base seca

X_e: teor de água de equilíbrio, decimal, base seca

X_o: teor de água inicial, decimal, base seca

K: constante de secagem

t: tempo, h

Freqüentemente, a expressão é chamada modelo exponencial ou logaritmo e tem sido usada como base para modelar a taxa de secagem de produtos agrícolas, sobretudo grãos.

Conforme Brooker et al., citados por MARQUES (2005), este modelo é o que melhor se tem adequado para representar a curva de secagem em camada delgada. Diversos autores ajustaram dados de secagem de milho, através da equação de Page.

Outros autores determinam que “K”, durante a secagem de grãos, é função da temperatura absoluta desses produtos mas alguns determinam que “k” depende da umidade e da temperatura de secagem, segundo Chiang e Pertersen, citados por MARQUES (2005).

2.6.3 Modelos semi-empíricos

Uma modificação importante do modelo exponencial na forma integrada a dois e três parâmetros que apresentam bons resultados experimentais:

$$\frac{X - X_e}{X_o - X_e} = \alpha \cdot \exp(-kt) \quad (9)$$

donde:

X: teor de água do produto, decimal, base seca

Xe: teor de água de equilíbrio, decimal, base seca

Xo: teor de água inicial, decimal, base seca

t: tempo, h

K: coeficiente do modelo

α : coeficiente do modelo

Esta equação é similar ao modelo de Fick para tempos de secagem longos, quando apenas o primeiro termo da solução em série for significativo e tem sido objeto de interesse de pesquisas de vários autores (MARQUES, 2005).

Outra forma modificada do modelo exponencial de secagem e que também tem sido bastante usada nos estudos de secagem de uma variedade de alimentos, é a equação conhecida como modelo de Page (PAGE, 1949).

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} = \exp(-kt^n) \quad (10)$$

em que:

X: teor de água do produto, decimal, base seca

Xe: teor de água de equilíbrio, decimal, base seca

Xo: teor de água inicial, decimal, base seca

K, n: parâmetros de secagem

t: tempo, h

Diversos autores ajustaram dados de secagem de milho através da equação de Page e constataram que o parâmetro “n” da equação foi encontrado como sendo função da umidade do ar e do teor de água inicial do grão; “n” pode ser considerado fator de modificação para a variável tempo, que reflete a extensão da resistência interna para a secagem no grão, em determinado conjunto de condições externas, ou seja, K representa os efeitos das condições externas, e “n” reflete a resistência interna à secagem, devido à maneira a que essas condições externas foram impostas, segundo Parti e Dugmanics, citados por MARQUES (2005).

Uma modificação importante do modelo exponencial na forma integrada a dois e três parâmetros que apresentem bons resultados experimentais, é:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} = \alpha * \exp(-kt) \quad (11)$$

em que:

RX: razão de água, adimensional

X: teor de água, % base seca

X_e: teor de água de equilíbrio, % base seca

X_o: teor de água inicial, % base seca

t: tempo

K: parâmetro da secagem

α: coeficiente do modelo

Esta equação é similar ao modelo de Fick para tempos de secagem longos quando apenas o primeiro termo da solução em série for significativo.

2.7 Caracterização físico-química

2.7.1 Açúcares totais e redutores

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, pelo “flavor”, através do balanço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais. Em geral, o teor de açúcares geralmente aumenta com a maturação dos frutos. Os principais açúcares solúveis presentes nos frutos são a glicose e a frutose (açúcares redutores) e a sacarose (açúcares não redutores) (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

2.7.2 Acidez titulável

A acidez total (fixa ou volátil) em alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do produto; portanto, a determinação da acidez total pode fornecer dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação do alimento (CARVALHO et al., 1990).

A acidez é, usualmente, calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado como percentagem de acidez titulável e nunca total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.7.3 Teor de água

O teor de água corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições em que a água é removida. Na realidade, não é só a água removida mas, também, outras substâncias se volatilizam nessas condições. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado resíduo seco. O aquecimento direto da amostra a 105 °C até peso constante é o processo mais usual (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

De acordo com CASTRO et. al. (1998), existem pelo menos dois tipos de água contida nos alimentos: a água livre, fracamente ligada ao substrato e que funciona como solvente, permitindo o crescimento de microrganismos e as reações químicas; e a água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e não é utilizada como solvente nem para o crescimento de microrganismos nem, tampouco, para reações químicas.

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

Normalmente, a deterioração de um alimento resulta do crescimento de microrganismos, da atividade enzimática e das reações químicas as quais dependem, na sua maioria, da presença de água. Perecibilidade é o termo usado para designar a facilidade com que um alimento se deteriora (RIBEIRO, 2004).

CECCHI (2003), afirma que o teor de água de um alimento está relacionado à sua estabilidade, qualidade e composição, e se trata de um fator que pode afetar a estocagem, embalagem e processamento.

2.7.4 Cinzas

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. As cinzas são consideradas medida geral de qualidade e freqüentemente são utilizadas como critério na identificação dos alimentos (BOBBIO & BOBBIO 1992).

A composição das cinzas não corresponde à quantidade de substâncias minerais presente nos alimentos, devido as perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes.

2.7.5 pH

O pH (potencial de hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um material; sua determinação pode ser realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (peagâmetro). Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem encontrar-se na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila etc.) e os ácidos fracos livres, na presença de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo desta variação. Uma pequena variação nos valores de pH é bem detectável nos testes organoléticos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.7.6 Sólidos solúveis totais (°Brix)

Como o próprio nome indica, sólidos solúveis totais (SST) representam todos os constituintes solúveis da fruta, principalmente os açúcares, ácidos orgânicos e sais em determinado solvente o qual, no caso de alimentos, é a água. Os açúcares constituem a maior parte dos SST. Para se quantificar os SST pode-se utilizar um instrumento chamado refratômetro, que expressa o teor de sólidos solúveis em °Brix ($\% m m^{-1}$), sendo conveniente uma correção em função da temperatura. De maneira geral, e com o avanço da maturação, ocorre a evolução do teor de SST, porém, como é fortemente influenciado pelas condições edafoclimáticas e manejo do pomar, ele tem sido mais empregado como parâmetro de qualidade que propriamente ponto de colheita (MARTINS, 2005).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) o teor de sólidos solúveis pode ser utilizado como medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor a medida em que estes se vão acumulando no fruto. Os teores são muito variados com a espécie, cultivar, o estado de maturação e o clima, podendo encontrar-se em uma faixa de 2 a 25%, com valores médios entre 8 a 14%.

2.8 Características sensoriais

Na indústria competitiva a qualidade se vem tornando uma das grandes armas para a obtenção de vantagens no mercado. Os métodos disponíveis para o levantamento das causas de problemas de qualidade de alimento são três de tipos: físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. O meio mais simples, rápido e direto de acesso às causas de defeitos de qualidade, é a avaliação sensorial; além disso, não há método analítico isolado que possibilite avaliar satisfatoriamente o sabor, a sensação oral ou a aparência dos alimentos (Bodyfelt et al., citados por CHAVES, 1993). O uso de uma equipe de provadores graduados substitui o “expert”, ou degustador treinado em determinado produto. A análise sensorial tem várias aplicações, como em controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, teste de consumidores, estudos de percepção humana, correlação com medidas físicas, químicas e instrumentais etc (Amarine et al., citados por ALMEIDA, 1996).

A análise sensorial é um campo muito importante na indústria de alimentos, uma vez que pode contribuir para o desenvolvimento da qualidade de um produto alimentício; estuda a determinação dos sabores agradáveis dos alimentos e bebidas, e é feita através dos órgãos dos sentidos, principalmente do gosto, olfato e tato, quando um alimento é ingerido (ALDRIGE et al., 2003).

Análise sensorial inclui cheiro, sabor, som e toque. A avaliação de textura pelo tato inclui o uso dos dedos, lábios, língua, palato e dentes. Em geral, os métodos sensoriais estão sujeitos a uma grande variabilidade que pode ser reduzida com a utilização de provadores treinados. Algumas vezes o uso de análise instrumental é preferível devido à possibilidade de se realizar os ensaios em condições adequadas de controle (ESTELLER, 2004).

2.8.1 Aparência

A aparência é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista da comercialização; é avaliada por diferentes atributos, como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos (CHITARRA, 2005).

Segundo ALDRIGE et al. (2003), cada alimento específico tem uma aparência esperada, que os observadores associarão com aceitação, indiferença ou rejeição; por outro lado, as características visuais do alimento induzem o consumidor a esperar certo sabor correspondente, haja vista que, cada vez que está ante determinada imagem, ele se recordará de tudo o que já aprendeu sobre aquele alimento, em particular.

2.8.2 Cor

As primeiras impressões que o consumidor tem do alimento dizem respeito à sua cor e aos aspectos de sua aparência. É conhecido o fato de que a cor e outros atributos da aparência de um alimento ou bebida contribuem para maior aceitabilidade pelo consumidor (ALDRIGE et al., 2003).

A aparência de um alimento concorre grandemente para sua aceitabilidade, razão pela qual é conveniente que a cor esteja encabeçando a lista das principais propriedades dos alimentos, tanto os naturais quanto os processados. A cor dos alimentos resulta da presença de compostos coloridos já existentes no produto natural (pigmentos naturais), ou da adição de corantes sintéticos. Além desses compostos, durante o processamento ou armazenamento de alimentos pode haver formação de substâncias coloridas, como é o caso dos caramelos e melanoidinas (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

2.8.3 Sabor e aroma

O sabor e o aroma são apreciados em conjunto e designados como “flavor”, uma vez que se correlacionam como atributo de qualidade único.

O “flavor” é, na realidade, a percepção sutil e complexa da combinação entre sabor (doce, ácido, adstringente, amargo), odor (substâncias voláteis) e textura (firmeza, maciez, granulosidade, etc.) (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As substâncias que conferem aos alimentos o sabor doce são os açúcares, deste os quais os mais comuns, são: sacarose, glucose e frutose; os demais açúcares apresentam menor grau de doçura. O sabor ácido é atribuído à presença de ácidos orgânicos, como tartárico, málico, succínico, láctico e outros, encontrados nos tecidos vegetais e animais. Encontram-se muitas diferenças entre os sabores produzidos pelos ácidos, o que comprova a importância do ânion na formação do sabor. Para o sabor salgado, o cloreto de sódio é o principal responsável, pois outros sais são menos eficientes além de possuírem, em sua grande maioria, certo grau de amargor; este sabor amargo é produzido pelos alcalóides (quinino, cafeína, esticnina e solaninas), alguns flavonóides na forma de glicosídeos (naringina e neo-hesperidina) e também alguns sais (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

2.8.4 Textura

É um atributo físico significativo que, junto com a variedade dos alimentos, dá satisfação ao consumidor. Quando um alimento é tocado ou sentido na boca procede-se à avaliação de sua textura e temperatura muito mais do que através dos sentidos da visão e audição. Algumas vezes as propriedades de textura de certos alimentos produzem sons quando são mastigados; assim, se associam certos sons com textura (ALDRIGE et al., 2003).

A textura é uma combinação de sensações derivadas dos lábios, língua, mucosa da boca, dentes e, mesmo, do ouvido. Cada área é sensível a pequenas diferenças de pressão e apresenta respostas diferentes a cada atributo ou característica do produto. O conjunto das impressões obtidas na mastigação é responsável pela aceitação ou rejeição do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) a textura é 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”. Essas características são avaliadas objetivamente, por funções de força, tempo e distância.

Em particular, em alimentos desidratados a principal característica desejada é a crocância, sendo a textura o atributo sensorial que mais influencia na qualidade dos produtos processados. Com respeito às atitudes dos consumidores em relação à textura e suas características específicas, Szczesniak e Kahn, citados por GRIZOTTO (2003) concluíram que a crocância parece ser o parâmetro de textura mais versátil, sendo o termo mais frequentemente mencionado que qualquer outra palavra para descrever a textura dos alimentos; é, também, um termo bastante proeminente em combinação com a textura, ressaltando qualidade de preparo e sinônimo de alimento saudável e fresco.

De acordo com Szczesniak, citado por GRIZOTTO (2003), para se estabelecer correlação instrumental-sensorial, há necessidade de se obter, com base em extensivo trabalho, os parâmetros de qualidade que afetam a aceitabilidade, visto que nenhum instrumento é capaz de reproduzir as respostas sensoriais e psicológicas de um ser humano. Entre os vários tipos de teste de aceitação sensorial existentes, o mais frequentemente utilizado é aquele conduzido em ambiente de laboratório, devido à possibilidade de assegurar o controle de todas as condições do teste, utilizando-se um número de provadores variando entre 25 a 50. Considerando-se que o teste de aceitação utilizando-se escala hedônica, pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível se obter, através dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos que deverão receber maior atenção dada à possibilidade de virem a se tornar sucessos comerciais (GRIZOTTO, 2003).

A avaliação do Perfil de Textura ou *Texture Profile Analysis* (TPA) por métodos instrumentais tem sua origem nos primeiros ensaios imitativos descritos a partir de 1938, com resultado na construção de aparelhos, como o General Foods Texturometer (1963) e o Instron Universal Testing Machine (1968), o que se tornou padrão na avaliação de textura; citam-se, ainda, outros compressímetros, como o Precision Penetrometer, TextureAnalyzer, Q-Test, Wheat Research Institute Chomper e Bloom Gelometer (ESTELLER, 2004) .

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, PB. A metodologia para obtenção da jaca em passa consistiu em se desenvolver as etapas contidas no fluxograma, que se encontra na Figura 2.

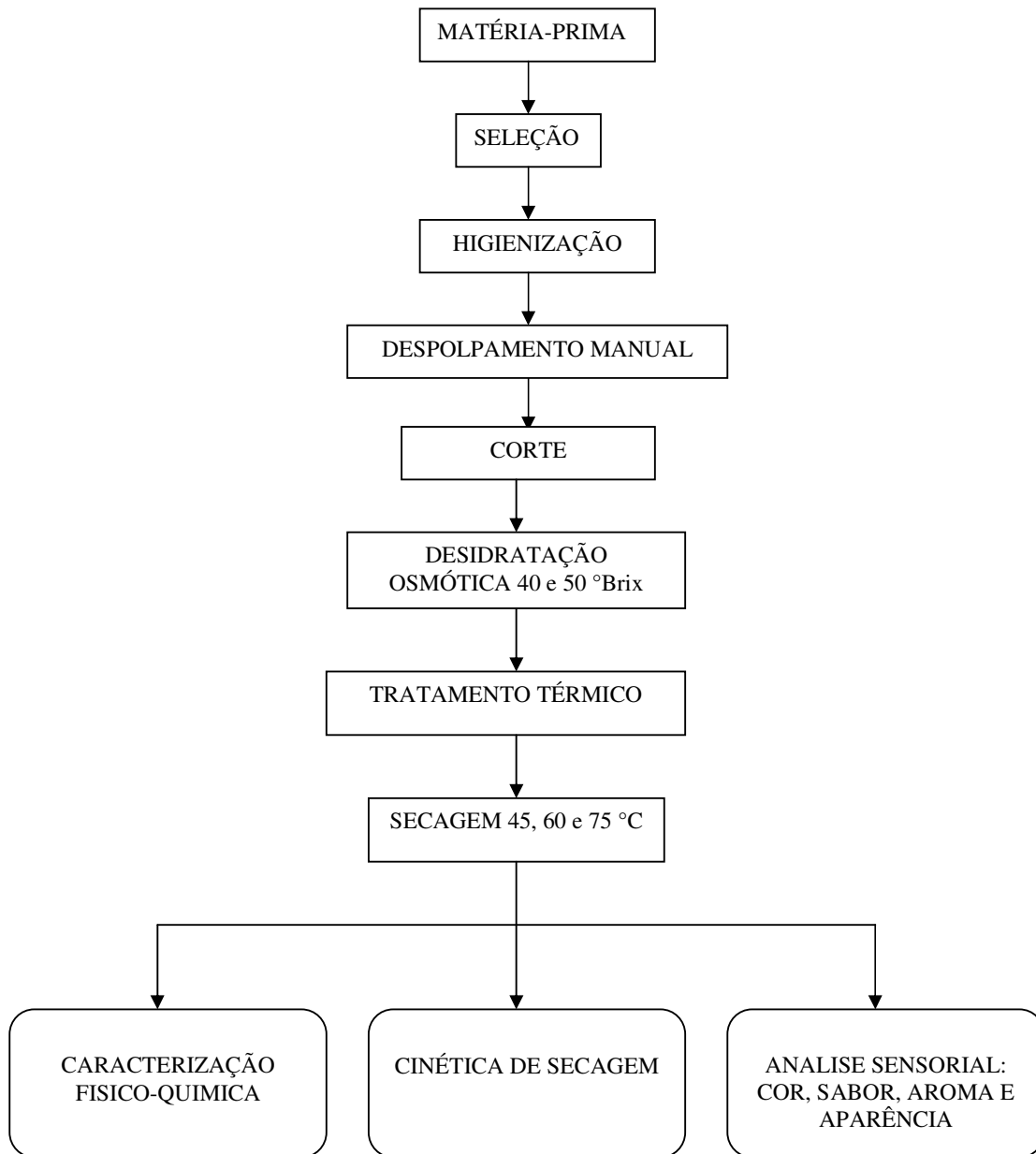


Figura 2. Fluxograma do processo de obtenção de jaca em passa

3.1 Matéria-prima

Os experimentos foram realizados utilizando-se Jaca variedade dura, adquirida no mercado local e na região semi-árida da Paraíba.

3.1.1 Seleção

Realizou-se uma seleção manual das frutas com o objetivo de se eliminar frutos estragados e com estágio de maturação diferente do desejado.

Na escolha do estágio de maturação da fruta, para se realizar os experimentos foram adotados, como critérios: teor de sólidos solúveis (°Brix), coloração da casca, firmeza do tecido da fruta, facilidade de corte e facilidade de remoção do caroço, e descartadas frutas que apresentavam injúria de qualquer espécie.

Critérios da seleção dos gomos:

- Estágio de maturação semi-madura
- Tamanho
- Cor da polpa
- Ausência de injúrias provocadas por choques térmicos ou insetos
- Firmeza dos gomos.

3.1.2 Higienização

Os frutos foram lavados em água clorada (50ppm de cloro ativo/15 min); depois de lavados, os frutos foram postos a secar em ambiente natural, antes da próxima fase de processamento.

3.1.3 Despolpamento

O despolpamento, processo de separar a polpa das partes não comestíveis da fruta, tais como: o material fibroso, as sementes e o resto de casca, foi realizado manualmente.

3.1.4 Corte

A geometria adotada para a realização dos cortes foi de placa plana retangular; inicialmente, foi-se um corte longitudinal na fruta, obtendo-se duas metades; após a remoção do caroço essas metades foram novamente cortadas no sentido longitudinal e cada parte teve as suas extremidades eliminadas; em seguida, com o auxílio de um cortador de plástico desenvolvido para esta finalidade, retiraram-se fatias retangulares (28,80mm x 28,70mm) cuja espessura média foi de 5,80mm.

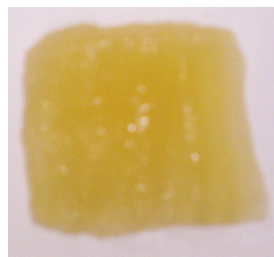


Figura 3. Exemplar da jaca cortada

3.2 Desidratação osmótica

Os frutos foram colocados em xarope nas concentrações de 40 e 50 °Brix para incorporação de açúcar. Prepararam-se os xaropes osmóticos utilizando-se açúcar cristalizado adquirido em mercado local, na proporção produto: solução de 1:4. Os xaropes de sacarose foram preparados por meio de adição de açúcar à água, até atingir o teor de sólidos solúveis desejado sob aquecimento, para facilitar a dissolução; após se colocar a fruta no xarope, manteve-se o processo sob aquecimento de 43°C.

Acompanhou-se o peso da fruta periodicamente, em intervalos de 0, 15, 30, 45, 75, 120, 180, 270, 390, 540, 720, 930, 1170, 1710 min, totalizando 28,5 h de osmose.

✓ Perda de água

Três pedaços da polpa da jaca devidamente identificadas eram retiradas da solução procedendo-se à pesagem em balança modelo PC 440 com precisão de 0,001g.

✓ Ganho de Sóluto

O ganho de soluto foi acompanhado determinando-se a matéria seca. Amostras da jaca eram retiradas nos intervalos estabelecidos e, em seguida, levadas para estufa, a 105°C, até peso constante.

3.2.1 Cozimento

Metade dos frutos obtidos do processo de osmose foi levada metade a cozimento em fogão a gás, com leve e permanente agitação, para manter a uniformidade durante o cozimento preservando, assim, a integridade do fruto. Esta agitação foi manual e o cozimento realizado no próprio xarope, em fogo brando, durante 20 min após a fervura.

3.3 Secagem

Após a cocção as jacas foram secadas em papel absorvente para retirada do excesso de xarope da sua superfície; depois, colocada no secador de bandejas, com circulação de ar para realização de secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C. O ponto final de secagem foi definido em torno de 18%, conforme ensaios preliminares; para este fim, usou-se um desidratador de frutas Polidryer PD-25 (Figura 4).



Figura 4. Secador de bandejas Polidryer PD-25

Determinou-se, antes do início da secagem o teor de água inicial da jaca, de acordo com AOAC (1997) que consistiu em submeter às amostras de jaca a uma estufa, a temperatura de 105 ± 2 °C, pelo período de 72 h para permitir a retirada total da água.

A fórmula utilizada para determinação do teor de água inicial foi:

$$Xbu(\%) = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100 \quad (12)$$

em que:

Pi: peso inicial, em grama

Pf: peso final, em grama

Definido o teor de água inicial das jacas, usou-se a Equação 13 para acompanhar a perda de água durante o processo de secagem.

$$Xbu = \frac{H_2O_{inicial} - \Delta P}{(H_2O_{inicial} - \Delta P) + MS} \quad (13)$$

em que:

Xbu: teor de água em base úmida

ΔP : variação de peso (usa-se, como referência, o peso inicial)

MS: matéria seca

$H_2O_{inicial}$: água inicial

Para a determinação do teor de água em base seca utilizou-se a seguinte fórmula:

$$Xbs = \frac{Xbu}{(1 - Xbu)} \quad (14)$$

donde:

Xbs: teor de água em base seca

Xbu: teor de água em base úmida

Para determinação da razão do teor de água se usou a seguinte fórmula:

$$RX = \frac{Xbs - Xe}{Xbs_{inicial} - Xe} \quad (15)$$

em que:

RX: razão do teor de água (adimensional)

Xe: teor de água de equilíbrio em base seca

Xbs: teor de água em base seca

Xbs (inicial): teor de água inicial em base seca

Conhecendo-se o teor de água inicial dos frutos, a secagem foi acompanhada pela perda de peso em relação ao tempo, utilizando-se uma balança analítica modelo METLER PC 440, com precisão de 0,001g.

Com os dados experimentais de secagem da jaca em camada fina, em secador de bandeja, foram testadas três equações que representam o fenômeno, foram testadas e na Tabela 1 se encontram as equações utilizadas neste trabalho.

As constantes de secagem das equações propostas por Page, Thompson, Cavalcanti Mata e os coeficientes de difusão de Fick utilizando-se 1, 2 e 3 termos da série, foram obtidos por análises de regressão não linear através do método numérico de Rosenbrock quase Newton e Quase Newton, utilizando-se o programa computacional STATISTICA 5.0.

Tabela 01. Equações testadas para representar a secagem de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Item	Equação	Autores
01	$RX = \exp(-k t^n)$	PAGE
02	$T = A_1 \text{LN} (RU) + A_2 \text{LN} (RU)^2$	Thompson
03	$RX = a_1 \exp(-a_2 t^{a_3}) + a_4 \exp(-a_2 t^{a_5}) + a_6$	CAVALCANTI MATA (2004)
04	$RU = \frac{8}{\pi^2} \left\{ \exp \left[\frac{-\pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] \right\}$	FICK com um termo da série
05	$RU = \frac{8}{\pi^2} \left\{ \exp \left[\frac{-\pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] + \frac{1}{(3)^2} \exp \left[\frac{-(3)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] \right\}$	FICK com dois termos da série
06	$RU = \frac{8}{\pi^2} \left\{ \exp \left[\frac{-\pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] + \frac{1}{(3)^2} \exp \left[\frac{-(3)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] + \frac{1}{(5)^2} \exp \left[\frac{-(5)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right] \right\}$	FICK com três termos da série

3.4 Caracterização físico-química

* Açúcares totais, redutores e não redutores

O método utilizado se baseou na redução de íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores, conforme metodologia proposta pela AOAC (1997).

* Acidez total titulável

Realizada através de titulometria de neutralização utilizando-se hidróxido de sódio a 0,1 N, segundo a metodologia descrita no manual do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

* Teor de água

Determinado por meio do aquecimento direto das amostras a 105 °C até peso constante, segundo NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

*** Cinzas**

Realizou-se a determinação de cinzas pelo método gravimétrico, com base na incineração do material secado em mufla regulada a 550 °C, obedecendo a metodologia descrita pela AOAC (1997).

*** Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH foi medido diretamente na polpa, após calibração do phmetro, segundo a metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). O pH das amostras foi determinado utilizando-se peagômetro da marca Analyser, modelo PH 300 M, cujos resultados foram expressos em unidades de pH.

*** Determinação dos sólidos solúveis totais**

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada com um refratômetro do tipo Abbe, colocando-se uma gota do suco no prisma e se fazendo a leitura direta em °Brix; a seguir a leitura do °Brix será corrigida em função da temperatura da amostra através da tabela contida no manual do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.5 Teste de aceitação sensorial

As passas elaboradas submetendo-se as jacas a um tratamento osmótico em soluções de sacarose nas concentrações de 45 e 50 °Brix, com cozimento e sem cozimento dos frutos, seguidas de secagem em secador de bandejas nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C foram submetidas a um teste de aceitação sensorial; a escolha desses atributos para avaliação foi tomada com base no fato de constituírem os atributos de primeira impressão, que têm grande influência no consumo de produtos alimentícios (MORI, 1982).

Nos testes sensoriais utilizou-se uma equipe de 35 avaliadores não treinados, do sexo feminino e do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos, havendo representantes de camadas sociais diferentes, os quais foram recrutados dentro da comunidade universitária (alunos, funcionários e professores). Os degustadores recrutados receberam um breve esclarecimento de como deviam proceder em suas avaliações. Os julgadores analisaram as amostras pelo teste de avaliação de atributos, utilizando uma escala de intervalo estruturada de 1 a 9 em que, para os atributos aparência geral, cor, aroma e sabor, o valor 1 se referia a condição péssima, nada característico à passa de jaca, e o valor 9 correspondia a ótimo, totalmente característico a passa de jaca (Figura 4).

Para execução dos testes, as amostras foram disponibilizada aos julgadores todas de uma vez, embaladas em saquinhos plásticos, codificados com números de três dígitos aleatórios; juntamente com a passa foram servidos biscoito tipo água e sal e também água mineral. Os degustadores foram instruídos 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 prova anterior.

ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____ Idade: _____

Você está recebendo uma amostra de JACA-PASSA para avaliá-la quanto aos atributos sensoriais contidos na tabela abaixo. Indique, usando a escala seguinte, o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente
5. Não gostei, nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

ATRIBUTO	VALOR
Aparência geral	
Cor	
Sabor	
Aroma	

ATRIBUTO	VALOR
Aparência geral	
Cor	
Sabor	
Aroma	

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

ATRIBUTO	VALOR
Aparência geral	
Cor	
Sabor	
Aroma	

ATRIBUTO	VALOR
Aparência geral	
Cor	
Sabor	
Aroma	

○ **Intenção de compra:**

Quais desses produtos você compraria? Marque com X.

Figura 5. Questionário do teste de aceitação sensorial

3.6 Análise estatística

Os resultados foram analisados visando identificar o melhor tratamento, no que se refere à conservação das características da jaca passa com a pré-secagem osmótica a 40 e 50 °Brix com cozimento e também sem o cozimento prévio às temperaturas de 45, 60 e 75 °C. O experimento se conduziu delineamento inteiramente casualizado.

Os parâmetros de cada modelo foram determinados utilizando-se o software STATISTICA, versão 7.0, através de regressão não linear, e o método Quasi-Newton. Para a escolha do melhor ajuste se analisou o coeficiente de determinação (R^2).

Os parâmetros sensoriais foram avaliados por meio de análises de Tukey através do programa ASSISTAT versão 7.2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química

Os valores médios da caracterização inicial das jacas in natura encontram-se na Tabela 02.

Tabela 02. Valores médios das características físico-química da jaca in natura, Campina Grande, PB, 2006

Jaca in natura	
Açúcares redutores (%glicose)	1,816 ± 0,111
Açúcares totais (%)	11,569 ± 0,552
Açúcares não redutores	9,752 ± 0,455
Acidez total (%ácido cítrico)	0,1475 ± 0,0042
Teor de água (%)	66,01 ± 0,185
Cinzas (%)	0,450 ± 0,034
pH	4,727 ± 0,020
Sólidos solúveis (°Brix)	26,00 ± 0,872

O valor médio do teor de água da polpa da jaca in natura encontrados nesse estudo foram inferiores aos obtidos por MANUEL et al. (2006) de 78,9% e por SILVEIRA (2002) de 80,43%;

MANUEL et al. (2006) encontrou uma acidez total de 3,69 (meq/100g amostra), enquanto o valor obtido nesse trabalho foi de 0,147.

As cinzas encontradas por SILVEIRA (2002), com o valor de 1,02% foram três vezes superiores as determinadas nesta pesquisa, que foi de 0,45%.

O valor do pH 4,727 foi semelhante ao obtido por MANUEL et al. (2006) cujo valor foi de 4,73.

Os sólidos solúveis foram 26 °Brix, enquanto o valor encontrado por MANUEL et al. (2006) foi de 19,5 °Brix, valor este inferior ao da jaca utilizada nesta pesquisa.

Foi realizada uma análise de variância, segundo um experimento inteiramente casualizado, com os dados obtidos das análises físico-químicas da jaca in natura e após cada tratamento (3 temperaturas de secagem 45, 60 e 75 °C x 2 soluções de sacarose x 2 tratamentos térmicos pré-secagem, jaca com cozimento e sem cozimento prévio), totalizando 12 tratamento. Os resultados dessa análise estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03. Análise de variância das características físico-químicas da jaca, Campina Grande, PB, 2006

QUADRADO MÉDIO					
FV	GL	Açúcares redutores	Açúcares totais	Açúcares não redutores	Acidez
Tratamentos	12	250,66 **	42,39 **	23,48 **	29,67 **
Resíduo	26	1222,67	14,47	5079,69	0,1022
Total	38	-----	-----	-----	-----
CV(%)		5,42	8,56	12,42	5,77

QUADRADO MÉDIO					
		Teor de água	Cinzas	pH	°Brix
Tratamentos	12	258,39 **	1,65 ns	1708,54 **	501,86 **
Resíduo	26	6899,64	0,21	4,79	5006,19
Total	38	-----	-----	-----	-----
CV(%)		6,91	16,40	0,31	1,44

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey

ns Não significativo

Conforme pode ser observado na Tabela 03, houve diferença significativa entre os valores médios de todos os parâmetros físico-químicos analisados para a jaca após cada tratamento, exceto para cinzas onde os valores médios foram não-significativos.

4.1.1 Açúcares redutores

Na Tabela 04 encontram-se os resultados da comparação entre os valores médios dos açúcares redutores da jaca após secagem, nos vários tratamentos.

Tabela 04. Valores médios dos açúcares redutores da jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos *(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	Açúcares redutores (% glicose)
In natura	1,81680 f
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	12,81353 c
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	11,64673 c
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	24,94507 a
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	19,04633 b
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	8,62450 d
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	13,06810 c
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	9,21413 d
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	12,74913 c
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	11,47340 c
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	8,70350 d
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	4,94967 e
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	13,29440 c
MG	11,71887
DMS	1,88447

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix ; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Na análise de variância (Tabela 03) observa-se uma variação significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Na Tabela 04 nota-se uma maior concentração desses açúcares em relação ao in natura, porém havendo estabilidade entre alguns tratamentos. O produto elaborado em solução osmótica 50 °Brix com cozimento prévio e seco à 45 °C foi o que teve o maior valor de açúcares redutores seguidos da jaca tratadas em solução osmótica 50 °Brix sem

cozimento prévio e seco à 45 °C. Em seguida os produtos elaborados em solução osmótica 40 °Brix com cozimento e também sem o cozimento prévio secos à 45 °C, em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento e também sem o cozimento prévio e seco a 60 °C, em solução osmótica de 40 °Brix com o cozimento prévio e 50 °Brix sem o cozimento prévio e seco a 75 °C que foram iguais estatisticamente. Também foram obtidos valores estatisticamente iguais para o tratamento com 40 e 50 °Brix com cozimento prévio e seco a 60 °C com e 40 °Brix sem o cozimento prévio secos a 75 °C. O tratamento com menor concentração de açúcar foi o da passa elaborada com solução osmótica de 50 °Brix com cozimento prévio e seco a 75 °C.

No trabalho realizado por MARQUES (2005), na elaboração de passas de cajus utilizando tratamento osmótico em solução de 50, 60 e 70 °Brix e secagem em temperaturas de 50, 60 e 70 °C, observou-se uma maior concentração desses açúcares nos cajus secos à 70 °C com 70 e 60 °Brix respectivamente, seguido dos secos à 70°C com 50 °Brix e à 60 °C com 70 °Brix que foram iguais estatisticamente. O tratamento que obteve o valor mais baixo foi o in natura, seguida dos desidratados osmoticamente e os cozidos com 50 °Brix. O contrário do que foi realizado com a jaca, onde os maiores de açúcares redutores foram obtidos em temperatura de secagem mais amena (45 °C) e os menores nas temperaturas mais altas (75 °C).

4.1.2 – Açúcares totais

Tabelas 05. Valores médios dos açúcares totais da jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos	Açúcares totais
*(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	(% glicose)
In natura	11,56910 g
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	37,26444 e
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	48,16367 bcde
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	61,92968 a
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	49,65685 bc
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	25,49151 f
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	62,07323 a
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	58,43195 ab
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	40,69355 cde
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	49,25915 bcd
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	50,22259 bc
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	38,31563 de
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	44,52120 cde
MG	44,43020
DMS	11,29055

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix ; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C.

Percebe-se observando a Tabela 03 da análise de variância diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos quanto aos açúcares totais.

Pela Tabela 05 visualiza-se também um aumento dos açúcares totais em relação ao in natura, porém havendo estabilidade entre alguns tratamentos. Os maiores valores de açúcares totais foram das passas de jaca tratadas em solução osmótica 50 °Brix com cozimento prévio e secas à 45 e 60 °C, e em solução osmótica de 40°Brix sem cozimento e secas a 60 °C. Os frutos tratados com solução osmótica de 40° e 50°Brix sem cozimento e secos à 45 °C, em solução osmótica de 50 °Brix com cozimento e

secos a 60 °C e em solução osmótica de 40 °Brix cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e secos a 75 °C apresentaram valores estatisticamente iguais. Para as passas elaboradas em solução osmótica de 40 e 50 °Brix sem cozimento prévio e secas a 45 °C, em solução osmótica de 50 °Brix sem cozimento prévio e secas a 60 °C, em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e 50 °Brix sem cozimento secas a 75 °C com apresentaram valores estatisticamente iguais. Os produtos elaborados em solução osmótica 40 °Brix sem cozimento e secos à 45 °C, em solução osmótica 50 °Brix sem cozimento e secos 60 °C, em solução osmótica 40 °Brix com cozimento e secos 75 °C, em solução osmótica 50 °Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e secos a 75 °C foram estatisticamente iguais. A fruta tratada em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e seca a 45 °C, em solução osmótica de 50 °Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e secas a 75 °C foram estatisticamente iguais. Os menores valores foram observados para a passa elaborada em solução osmótica a 40 °Brix com cozimento prévio e secas a 60 °C bem como para a fruta in natura.

Os teores de açúcares totais no trabalho realizado por MARQUES (2005), na elaboração de passas de cajus utilizando tratamento osmótico em solução de 50, 60 e 70° Brix e secagem em temperaturas de 50, 60 e 70 °C, observou-se que melhor tratamento foi o pedúnculo seco na temperatura mais alta à 70 °C com 70 °Brix seguido dos secos à 70 °C com 60 e 50 °Brix, ao contrário do que foi observado com a jaca, onde os maiores de açúcares redutores foram obtidos em temperatura de secagem mais amena e os menores nas temperaturas mais altas.

4.1.3 - Açúcares não redutores

Tabela 06. Valores médios dos açúcares não redutores da jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos *(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	Açúcares não-redutores (% glicose)
In natura	9,75230 g
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	24,45093 ef
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	36,51693 cd
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	36,98454 bcd
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	30,61053 cde
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	16,86703 fg
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	49,00520 ab
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	49,21783 a
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	27,94440 def
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	37,78573 abcd
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	41,51907 abc
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	33,36593 cde
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	31,22680 cde
MG	32,71133
DMS	12,05988

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Pela Tabela 03 da análise de variância observam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Pode-se observar também na Tabela 06 um aumento dos açúcares não redutores, porém havendo estabilidade entre alguns tratamentos. Os tratamentos que obtiverem mais açúcares não redutores foram às jacas tratadas em solução osmótica de 40 °Brix sem cozimento e 50 °Brix com cozimento secas à 60 °C, e em solução osmótica de 40°Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento secas a 75 °C as médias delas são estatisticamente iguais. As frutas tratadas em solução osmótica de 50

°Brix com cozimento e secas à 45 °C, em solução osmótica 40 °Brix sem cozimento prévio e secas a 60 °C e em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento e também para o produto sem cozimento 75 °C. Para todos os produtos tratados em solução osmótica de 40 °Brix sem cozimento e 50 ° Brix com cozimento e também para o produto sem cozimento prévio e secas à 45 °C e com e todos tratados osmoticamente com 40 e 50 °Brix secos à 75 °C, as medias deles são estatisticamente iguais. Para as frutas tratadas em solução osmótica de 40 °Brix sem cozimento e 50 °Brix com cozimento e também para o produto sem cozimento prévio e secas 45 e 75 °C, em solução osmótica 50 °Brix sem o cozimento prévio e secas 60 °C e em solução osmótica de 40 ° Brix com cozimento e secas a 75 °C são iguais estatisticamente. Os tratamentos com solução osmótica 40 °Brix com cozimento e 50 °Brix sem o cozimento prévio e secas a 45 °C, em solução osmótica 50 °Brix sem cozimento e secas a 60 °C, e em solução osmótica com 50 °Brix com cozimento e também para o produto sem cozimento prévio e secas a 75 °C, os valores das médias são iguais estatisticamente. Os menores valores estatisticamente iguais são para as frutas tratadas em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento prévio secas 45 e 60 °C seguido da fruta in natura.

4.1.4 – Acidez

Tabelas 07. Valores médios da acidez na jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006.

Tratamentos	Acidez (% ac. Cítrico)
*(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	
In natura	0,14753 d
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	0,36367 a
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	0,27757 bc
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	0,29227 bc
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	0,30360 b
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	0,25463 c
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	0,31890 ab
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	0,25323 c
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	0,31613 ab
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	0,25363 c
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	0,30800 b
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	0,28283 bc
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	0,31110 b
MG	0,28332
DMS	0,04853

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C.

Na Tabela 03 da análise de variância observa-se que não houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Pode-se observar que na Tabela 07 um aumento da acidez nos tratamentos realizados em relação a jaca in natura, porém havendo estabilidade entre alguns tratamentos. Observou-se maior acidez para os seguintes tratamentos, respectivamente: a fruta tratada em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento e seca a 45 °C e também para jacas elaboradas em solução osmótica com 40 e 50 °Brix sem o cozimento prévio e secas a 60 °C; passas elaboradas em solução osmótica com 40°Brix sem cozimento prévio e secas a 45 °C e 60 °C, em solução osmótica com 50°Brix com

cozimento e secas a 45°e 75 °C e também sem o cozimento prévio e secas a 45, 60 e 75 °C; as frutas tratadas em solução osmótica de 40°Brix sem o cozimento e secas a 45 °C, e com o cozimento prévio e secas a 60 e 75 °C, em solução osmótica com 50 °Brix com cozimento e secas a 45, 60 e 75 °C.

4.1.5 – Teor de água

Tabelas 08. Valores médios do teor de água na jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos (concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	Teor de água (%)
In natura	66,00667 a
40°Brix; com cozimento; 45 °C	21,77567 b
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	17,12237 cde
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	18,05123 bc
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	22,21053 b
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	18,32013 bc
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	20,36517 bc
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	17,90583 bc
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	21,95293 b
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	12,74257 ef
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	17,17513 cd
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	12,38593 f
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	13,42003 def
MG	21,49494
DMS	4,40966

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix ; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Na Tabela 03 da análise de variância observam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Pela Tabela 08 nota-se um teor de água da jaca in natura de 66% e com os tratamentos a uma redução desse valor, porém havendo estabilidade entre alguns

tratamentos. As jacas submetidas ao tratamento em solução osmótica de 40°Brix com cozimento e 50 °Brix com cozimento e também para o produto sem cozimento prévio e secas a 45 °C e para todos os tratamentos realizados com 60 °C foram os que possuíram maiores teores de água e são iguais estatisticamente. Para os produtos tratados em solução osmótica com 40 °Brix sem cozimento e secos à 45, 60 e 75 °C, em solução osmótica com 50°Brix com cozimento e secos 45 e 60 °C e em solução osmótica com 40°Brix com cozimento e secos a 60 °C tiveram suas médias iguais estatisticamente. As jacas elaboradas em solução osmótica com 40 °Brix sem cozimento e secas à 45 e 75 °C e em solução osmótica com 50°Brix sem cozimento e secas a 75 °C são iguais estatisticamente. As frutas tratadas em solução osmótica de 40 °Brix sem cozimento prévio e secas a 45 °C e em solução osmótica de 40°Brix com cozimento e 50 °Brix sem o cozimento prévio e secas a 75 °C tiveram as suas médias iguais estatisticamente. Os menores valores encontrados para o teor de água no produto foram para as passas elaboradas em solução osmótica com 40°Brix com cozimento e 50°C sem cozimento prévio e secas a 75 °C.

O teor de água obtido por MANUEL (2006) na desidratação da polpa de jaca foi encontrado um valor de 25% um pouco superior ao realizado nesse trabalho com 21,5%, mas para LEITE (2002), com a realização da jaca em passa secas a temperatura de 40 e 50 °C obtive um comportamento semelhante ao encontrado nesse trabalho, para a faixa de temperatura mais amena (45 °C), também com um teor de água de 22,18%.

4.1.6 – Cinzas

Tabelas 09. Valores médios de Cinzas na jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos *(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	Cinzas (%)
In natura	0,45007 a
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	0,43157 a
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	0,44013 a
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	0,34550 a
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	0,41283 a
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	0,44290 a
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	0,39343 a
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	0,49347 a
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	0,38033 a
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	0,30820 a
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	0,37153 a
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	0,44100 a
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	0,44307 a
MG	0,41185
DMS	0,20049

* Secagem osmótica com 40° ou 50 °Brix; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Na Tabela 03 da análise de variância observam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Pela Tabela 09 nota-se que os todos os valores para cinzas são iguais estatisticamente.

4.1.7 – pH

Tabela 10. Valores médios do pH na jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos	pH	
*(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)		
In natura	4,72667	f
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	4,44333	hi
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	4,67000	g
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	5,24333	c
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	5,21000	c
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	4,42667	i
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	4,47333	h
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	5,47000	a
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	5,34000	b
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	5,20000	c
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	5,12667	d
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	5,14667	d
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	4,98000	e
MG	4,95821	
DMS	0,04534	

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Na Tabela 03 da análise de variância observam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Os valores de pH não apresentaram variação substancial entre os tratamentos, embora haja uma diferença significativa estatisticamente, e isso se deve aos sólidos presentes no xarope que devem ter interferido nos valores exercendo ação tamponante evitando a sua alteração.

O tratamento referente ao produto tratado em solução osmótica 50 °Brix com cozimento prévio e seco à 60°C foi o que resultou em um maior teor do pH (5,73) seguido do mesmo tratamento sem o cozimento com 5,34. O valor de pH mais baixo foi conseguido nas jacas tratadas com 40 °Brix com cozimento e secas à 60°C com o pH de 4,42. O pH encontrado por MANUEL (2006), na desidratação da polpa de jaca, obteve um comportamento semelhante ao encontrado nesse trabalho.

4.1.8 Sólidos solúveis (°Brix)

Tabelas 11. Valores médios dos sólidos solúveis (°Brix) na jaca in natura e em cada tratamento, Campina Grande, PB, 2006

Tratamentos *(concentração da solução; trat. térmico; temperatura)	°Brix
In natura	26,00000 e
40 °Brix; com cozimento; 45 °C	69,33334 a
40 °Brix; sem cozimento; 45 °C	66,33334 b
50 °Brix; com cozimento; 45 °C	64,33334 bc
50 °Brix; sem cozimento; 45 °C	65,66666 b
40 °Brix; com cozimento; 60 °C	65,66666 b
40 °Brix; sem cozimento; 60 °C	62,33333 c
50 °Brix; com cozimento; 60 °C	70,00000 a
50 °Brix; sem cozimento; 60 °C	70,66666 a
40 °Brix; com cozimento; 75 °C	58,66667 d
40 °Brix; sem cozimento; 75 °C	70,00000 a
50 °Brix; com cozimento; 75 °C	70,00000 a
50 °Brix; sem cozimento; 75 °C	64,33334 bc
MG	63,33333
DMS	2,70064

* Secagem osmótica com 40 ou 50 °Brix; Tratamento térmico com cozimento ou sem cozimento; temperatura de secagem a 45, 60 ou 75 °C

Na Tabela 03 da análise de variância observam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos.

Pela Tabela 11 percebe-se um aumento do Brix, porém havendo estabilidade entre alguns tratamentos. As jacas tratadas em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento e secas a 75 °C possuem o menor Brix. Os maiores Brix estão nas jacas elaboradas em solução osmótica de 40 °Brix com cozimento e secas a 45 °C, em solução osmótica de 50 °Brix com cozimento prévio e também para o produto sem cozimento e secas a 60 °C e em solução osmótica 40 °Brix sem cozimento prévio e 50 °Brix com cozimento e secas a 75 °C, pois são iguais estatisticamente. Os sólidos solúveis encontrados por MANUEL (2006), na desidratação da polpa de jaca, obtiveram valores semelhantes ao encontrado nesse trabalho, com o valor médio de 68,58 °Brix.

4.2 Desidratação osmótica

A Figura 5 contém as curvas do termo adimensional de umidade em função do tempo para as duas concentrações de sacarose, 40 e 50 °Brix, utilizadas para secagem osmótica, bem como as curvas estimadas pela Equação de Page.

A solução a 40 °Brix proporcionou perda de um conteúdo de água inicial de 68,5% b.u para 43% b.u. A maior perda de água para um mesmo período de desidratação de 2600 min (tempo aproximado de 43 h) foi obtida com a solução a 50 °Brix em que seu teor de água baixou de 68,5% b.u para 40,2% b.u. Para os dois tratamentos, a maior perda de água ocorreu até os 600 min iniciais da desidratação.

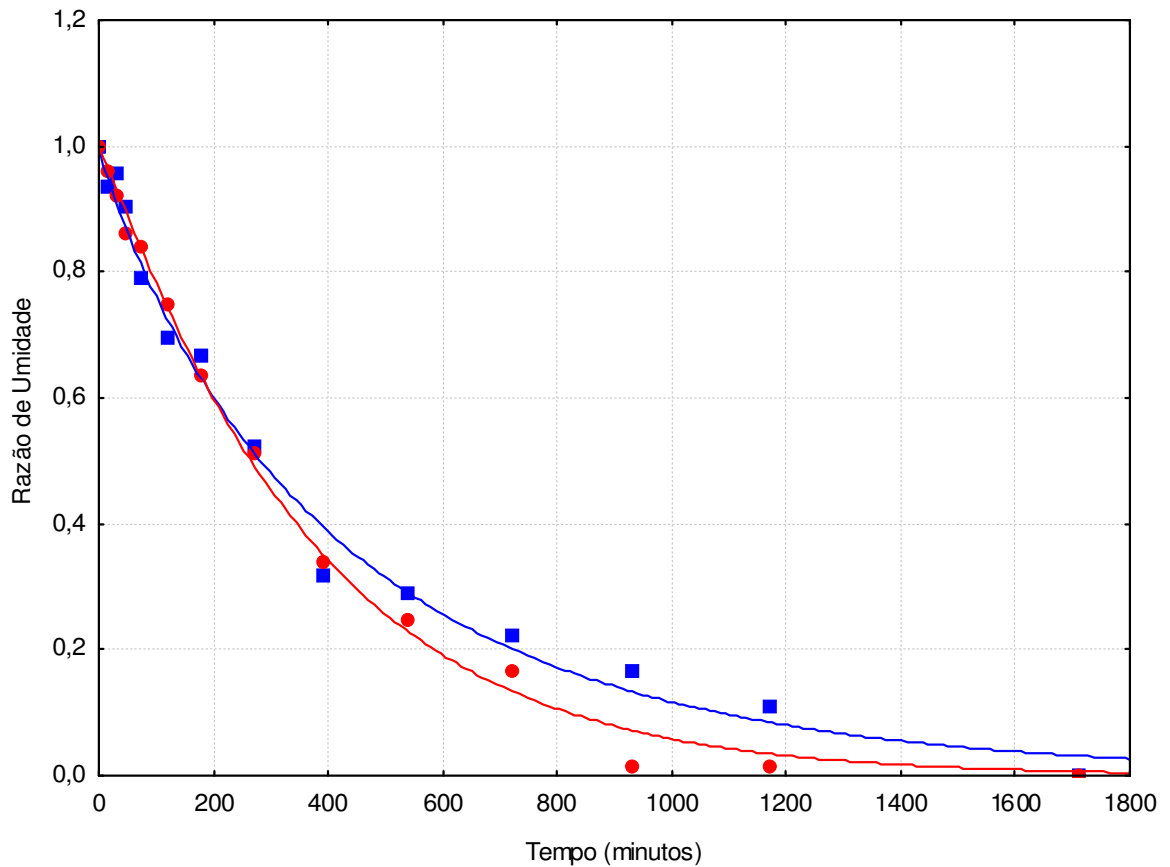


Figura 05. Dados experimentais de secagem osmótica de jaca à temperatura de aproximadamente 43 °C, obtidas em solução osmótica de sacarose a 40 e 50 °Brix e suas respectivas curvas estimadas segundo a equação de Page

Na Figura 06 encontram-se representados os dados referentes ao ganho de sólidos em função do tempo de secagem nas diferentes concentrações de sacarose, 40, e 50°Brix. Percebe-se por esta figura que o ganho de sólidos aconteceu mais intensamente nas 3 primeiras h de processo, logo em seguida percebe-se a tendência ao equilíbrio, ou seja, um ganho muito reduzido em um intervalo de tempo consideravelmente grande. Estes fatos também foram observados por RAOULT-WACK, LENART, GUILBERT (1994) e também por EI-AQUAR e MURR (2003).

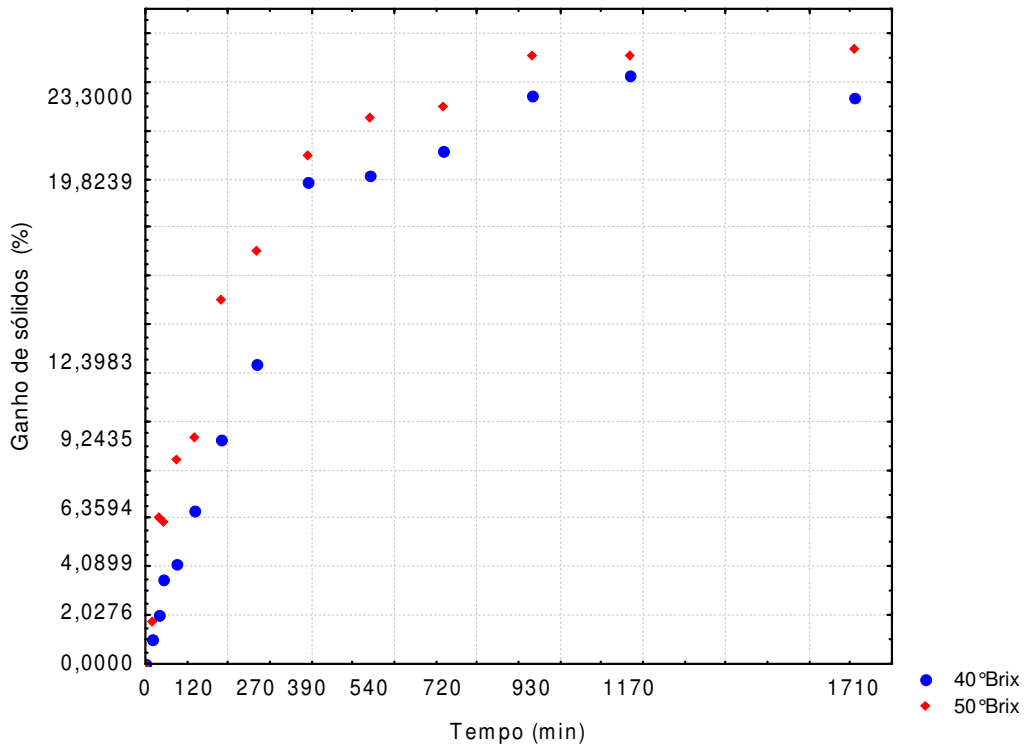


Figura 06. Ganho de sólidos em função do tempo, durante secagem osmótica de jaca nas concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix

Foram feitas análises dos dados de maneira a se obter uma equação que representasse os dados de ganho de sólidos em função do tempo de secagem para cada solução de sacarose. As curvas apresentadas nas Figuras 07 e 08 são as que melhor representam os dados de ganho de sólidos, entre as que foram testadas. Na Figura 07 os dados foram ajustados segundo uma equação exponencial e na Figura 08, o ajuste se deu segundo uma equação polinomial de terceira ordem, em que se percebe uma certa incoerência com o fenômeno de ganho de soluto durante secagem osmótica, onde se espera um comportamento mais linear próximo ao equilíbrio.

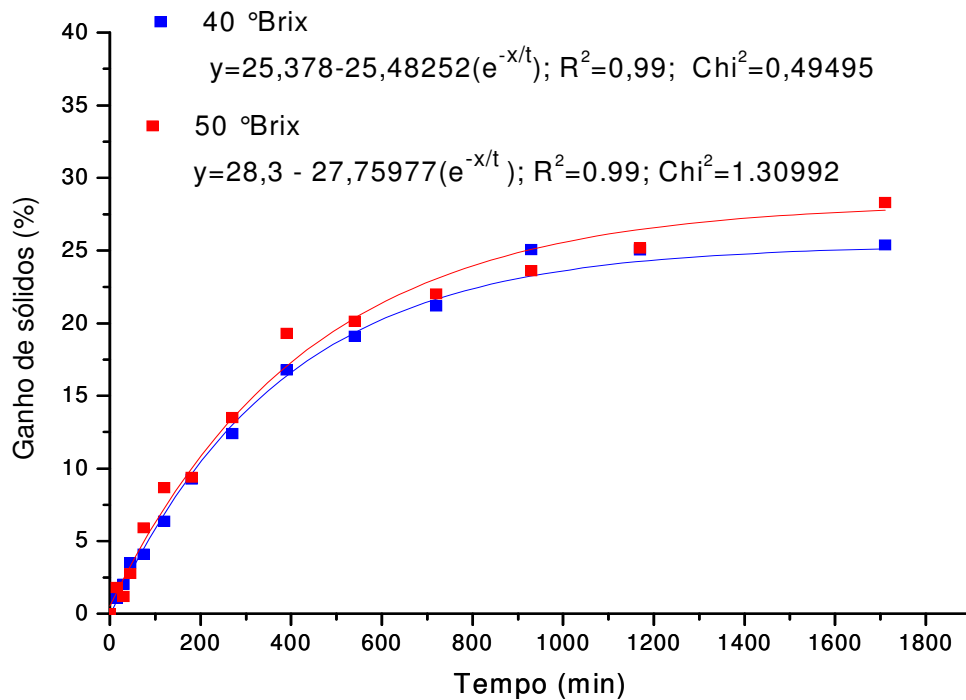


Figura 07. Ganho de sólidos em função do tempo, durante secagem osmótica de jaca nas concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix, usando uma equação exponencial

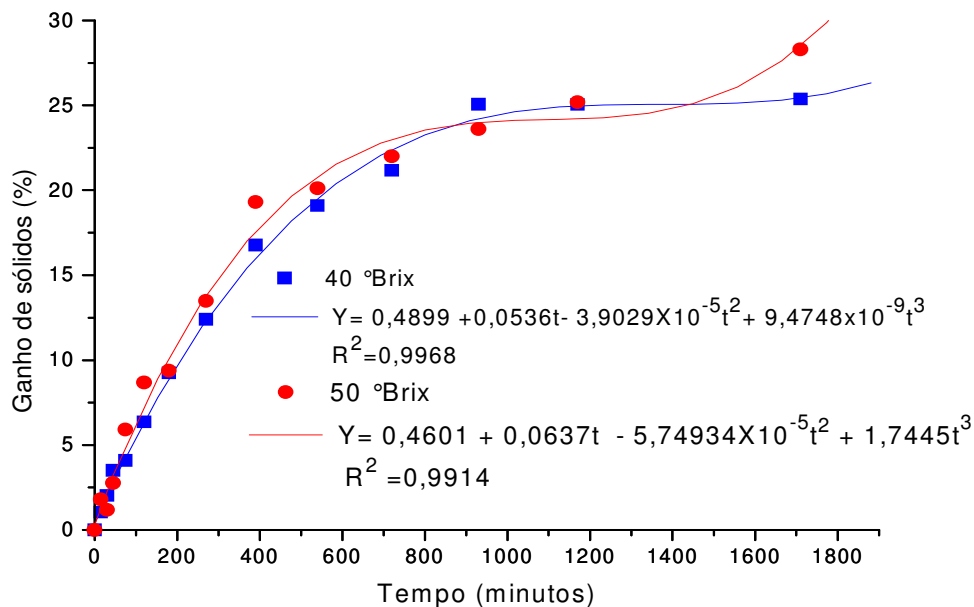


Figura 08. Ganho de sólidos em função do tempo, durante secagem osmótica de jaca nas concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix, usando uma equação polinomial de terceira ordem

4.2 Secagem

Os dados experimentais da cinética de secagem da passa de jaca nas temperaturas de 45, 60 e 75 °C encontram-se nas Tabelas 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

4.2.1 Equação de Fick

Os dados obtidos e calculados pelas equações de Fick com 1, 2 e 3 termos da série, para secagem da jaca às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, com pré-secagem osmótica em xaropes com 40 e 50 °Brix respectivamente estão apresentados nas Figuras de 09 a 20 respectivamente.

Pela Tabela 12 observa-se os baixos valores dos coeficientes de determinação da equação de Fick com um termo da série tendo em média 93,84%, apresentando assim os menores coeficientes com relação às outras equações estudadas. Utilizando-se a equação de Fick com dois e com três termos da série obtive-se coeficientes de determinação médios de 96,76 e 97,13%, respectivamente.

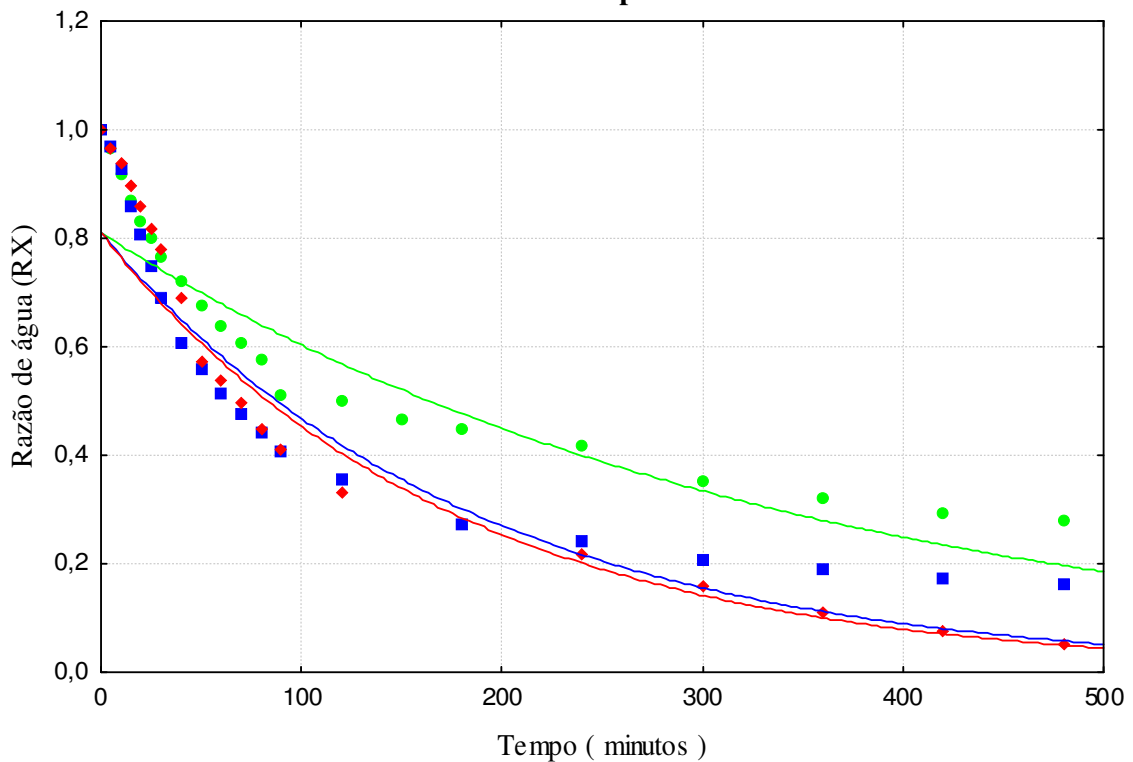
Existe uma tendência de aumento do coeficiente de determinação à medida que aumenta o número de termos da série, em entanto a partir de 3 termos essa diferença é mínima e o uso da equação se torna pouco prática.

Os coeficientes de difusão para a equação de Fick com 1, 2 e 3 termos da série encontram-se nas Tabelas 12, 13 e 14 respectivamente. Obtiveram-se coeficientes entre $0,262 \times 10^{-7}$ e $0,826 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para a equação com 1 termo; entre $0,271 \times 10^{-7}$ e $0,835 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para equações com 2 termos da série e entre $0,271 \times 10^{-7}$ e $0,833 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para a equação com 3 termos da série. Observou-se que os valores dos coeficientes de difusão têm um comportamento crescente com o aumento da temperatura. Fato semelhante foi encontrado por SOUSA (1999) estudando o desenvolvimento experimental de passa de umbu. Porém, ao compararmos os

coeficientes de difusão em relação ao número de termos da série da equação de Fick observa-se uma proximidade entre estes valores.

4.2.1.1 Equação de Fick com um termo da série

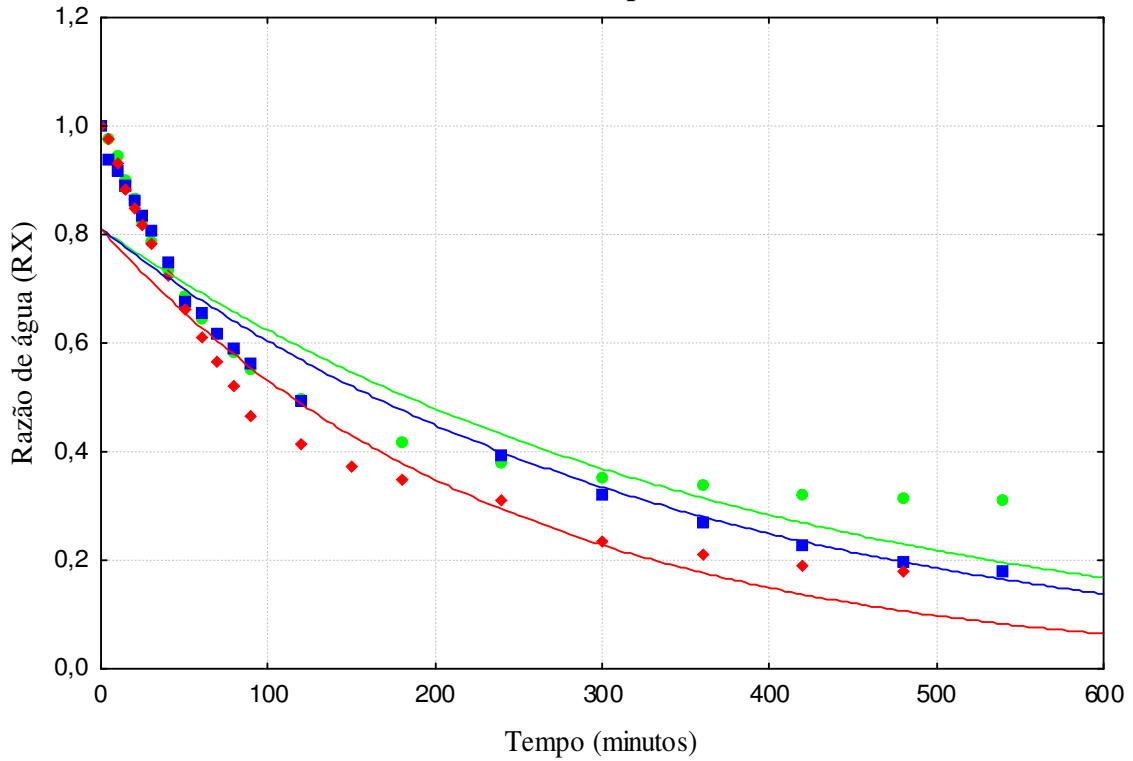
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com cozimento prévio.



■ Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,402^{-7}).t)$	$R^2=92,89\%$
◆ Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,749^{-7}).t)$	$R^2=94,12\%$
● Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,791^{-7}).t)$	$R^2=96,67\%$

Figura 09. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com um termo de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.exp(-73347,23.(0,358^{-7}).t)$	$R^2=91,70\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.exp(-73347,23.(0,402^{-7}).t)$	$R^2=96,66\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.exp(-73347,23.(0,576^{-7}).t)$	$R^2=94,46\%$

Figura 10. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com um termo de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, seguido do cozimento prévio.

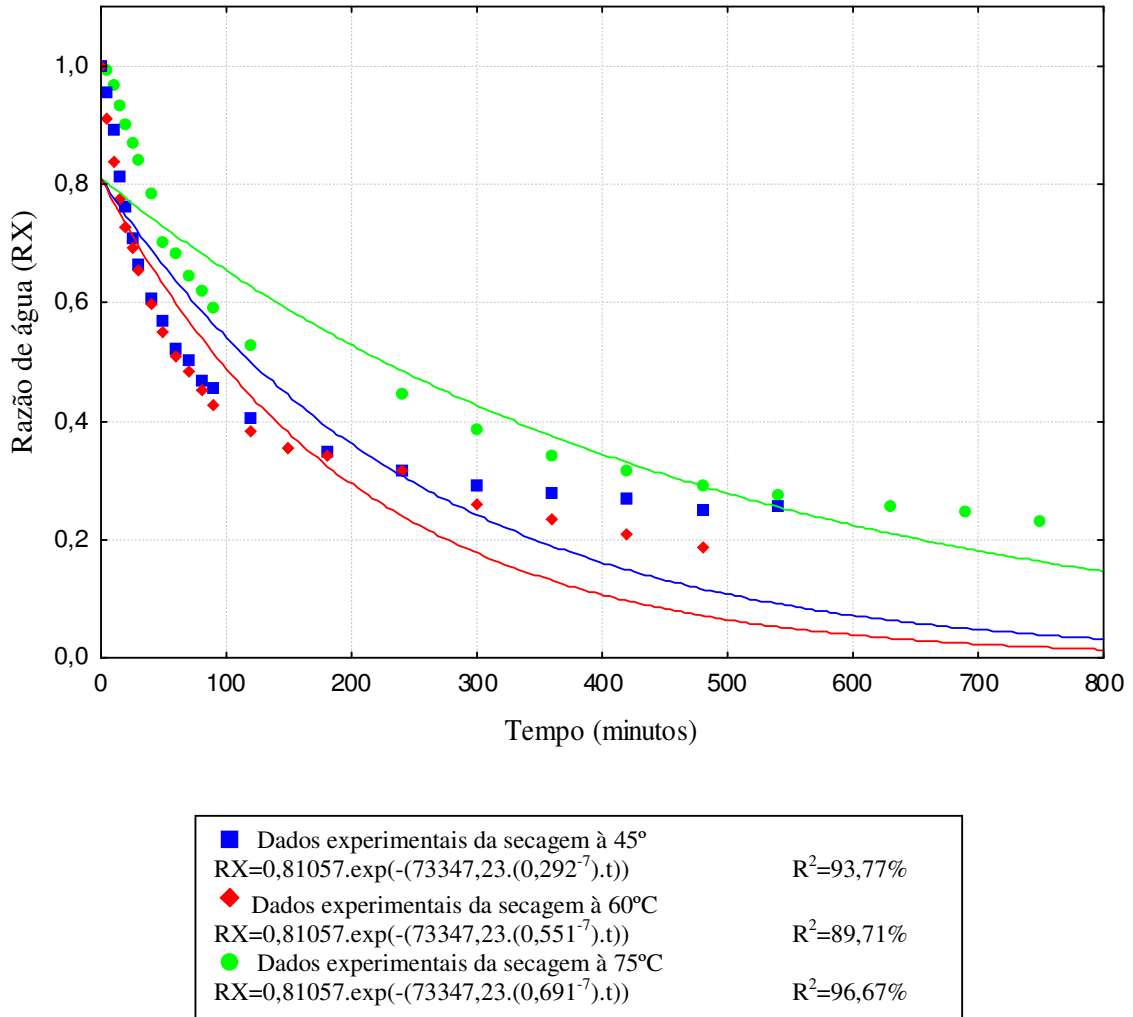
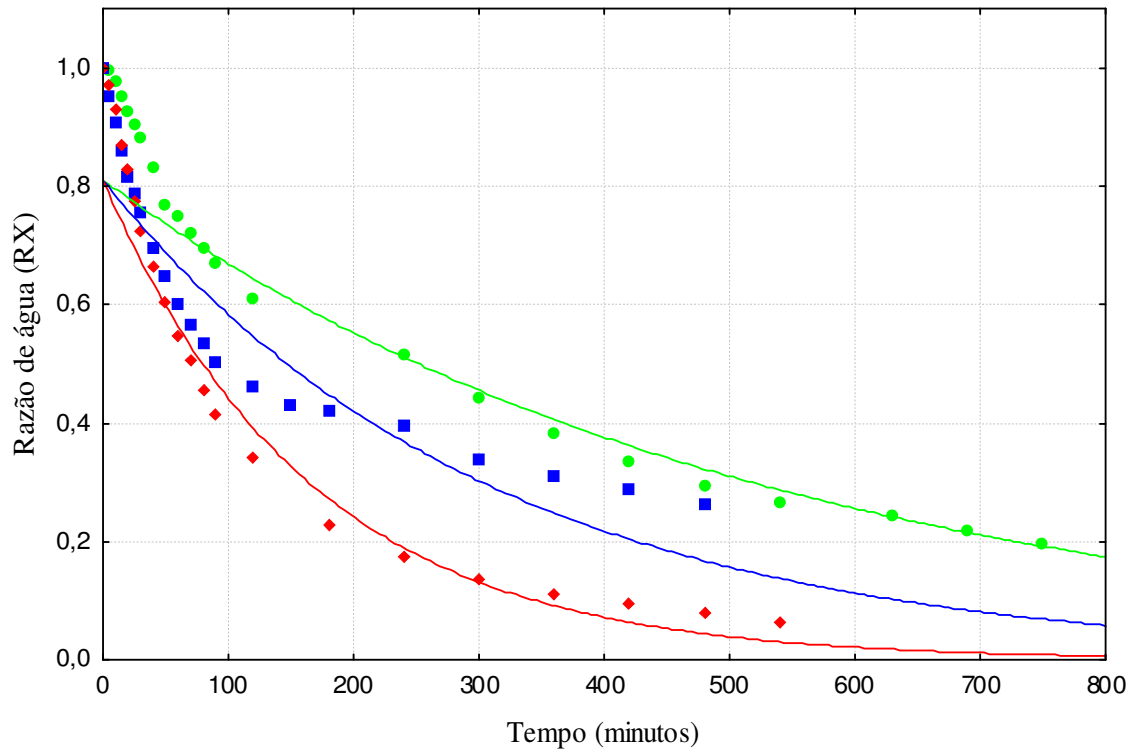


Figura 11. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com um termo de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,262^{-7}).t)$	$R^2=94,16\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,448^{-7}).t)$	$R^2=92,56\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,826^{-7}).t)$	$R^2=96,37\%$

Figura 12. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com um termo de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 12. Coeficientes de difusão da Equação de Fick usando um termo da série utilizando dados provenientes da secagem de jaca com pré-secagem osmótica às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, Campina Grande, PB, 2006

<i>Equação de Fick</i>				
$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right]$				
°Brix	T^{ra} (°C)	L	D (m²/s)	R²(%)
40 C/ COZ	45°C	0,0058	0,402x10 ⁻⁷	92,89 %
	60°C	0,0058	0,749x10 ⁻⁷	94,12 %
	75 °C	0,0058	0,791x10 ⁻⁷	96,67 %
50 C/ COZ	45°C	0,0058	0,292x10 ⁻⁷	93,77 %
	60°C	0,0058	0,551x10 ⁻⁷	89,71 %
	75 °C	0,0058	0,691x10 ⁻⁷	93,07 %
40 S/ COZ	45°C	0,0058	0,358x10 ⁻⁷	91,70 %
	60°C	0,0058	0,402x10 ⁻⁷	96,66 %
	75 °C	0,0058	0,576x10 ⁻⁷	94,46 %
50 S/ COZ	45°C	0,0058	0,262x10 ⁻⁷	94,16 %
	60°C	0,0058	0,448x10 ⁻⁷	92,56 %
	75 °C	0,0058	0,826x10 ⁻⁷	96,37 %

C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

4.2.1.2 Equação de Fick com dois termos da série

No entanto, com a equação de Fick com 2 termos da série obteve-se coeficientes de determinação variando ente 91,70 e 98,92%, obtendo-se um ajuste superior ao obtido para a mesma equação com um termo da série. O melhor ajuste entre eles foi para a jaca com tratamento osmótico a 50 °Brix, sem cozimento, que apresentou uma média dos coeficiente de determinação de 97,69%, seguido da secagem da jaca com 40 °Brix sem o cozimento com 97,49%, e de 40 e 50 °Brix com cozimento, 97,30 e 94,55%, respectivamente para as três temperaturas.

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com o cozimento prévio.

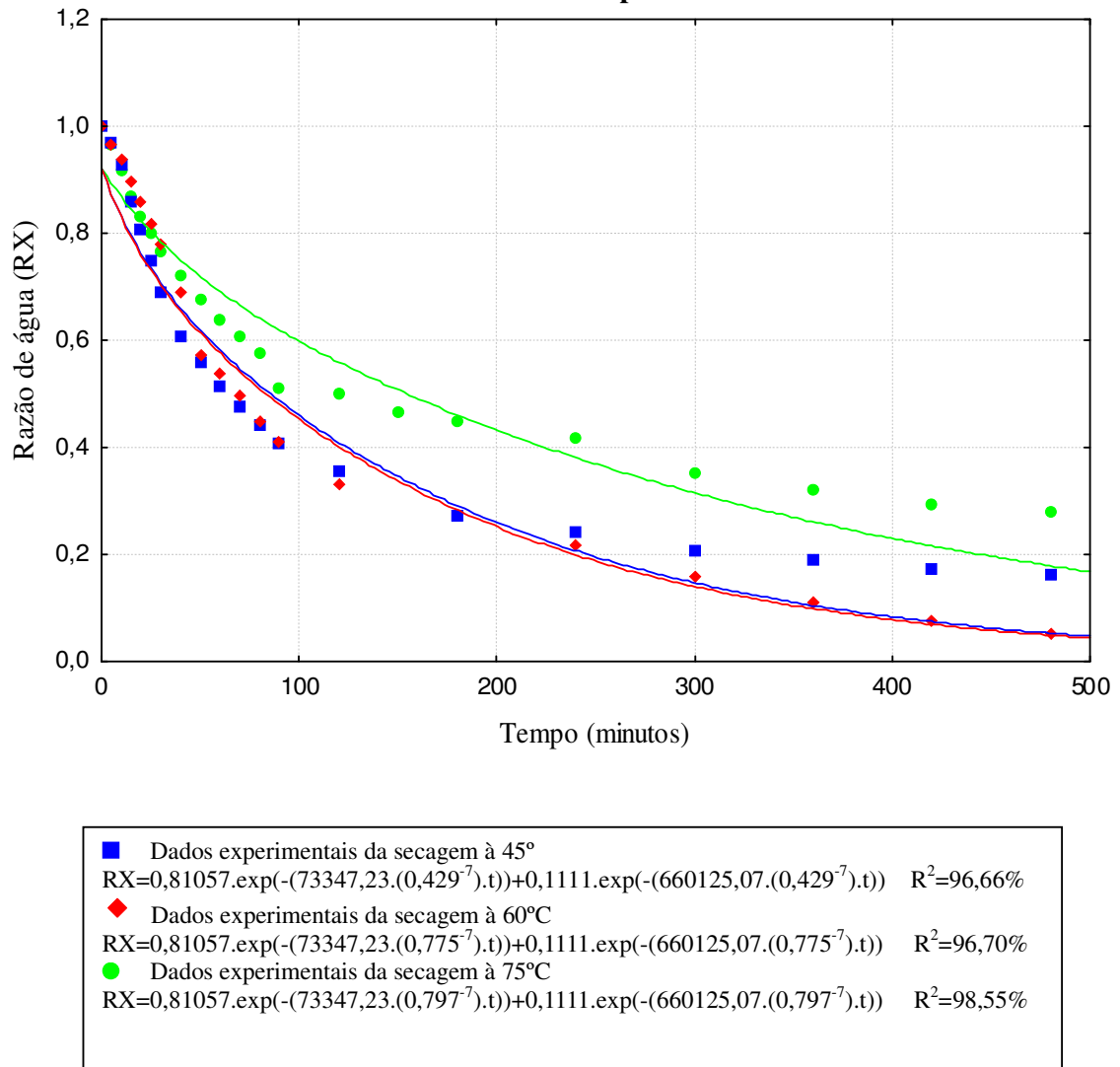
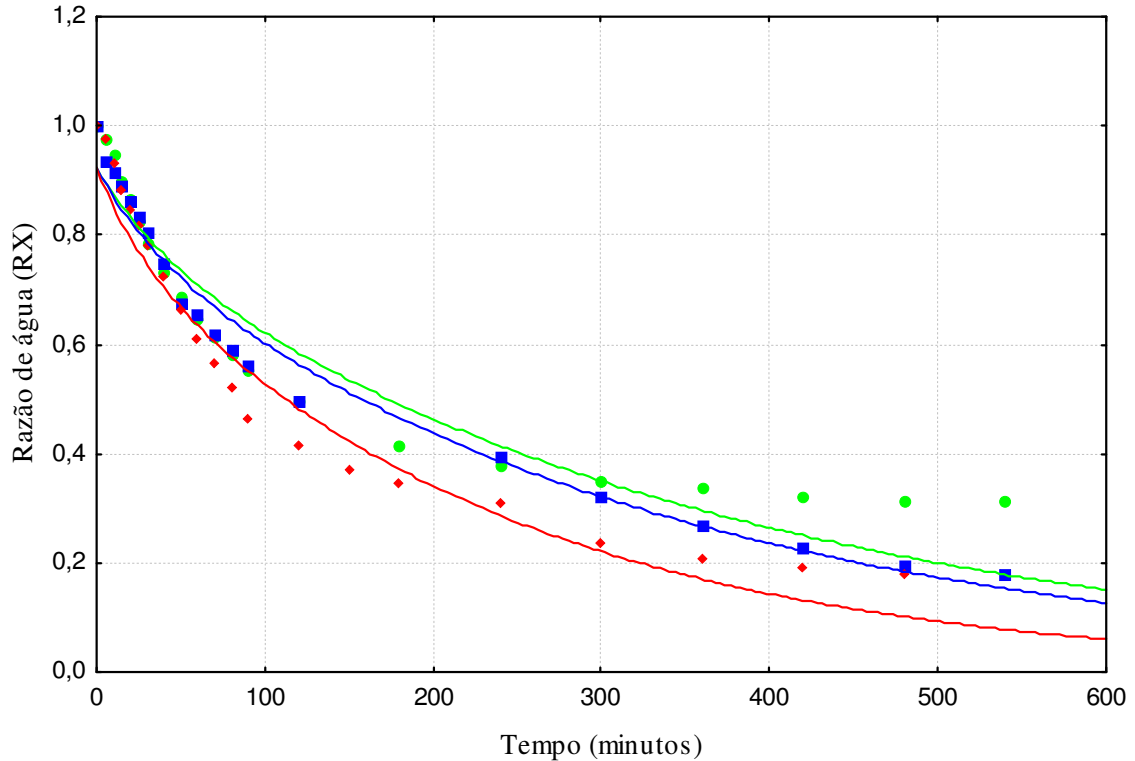


Figura 13. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com dois termos de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

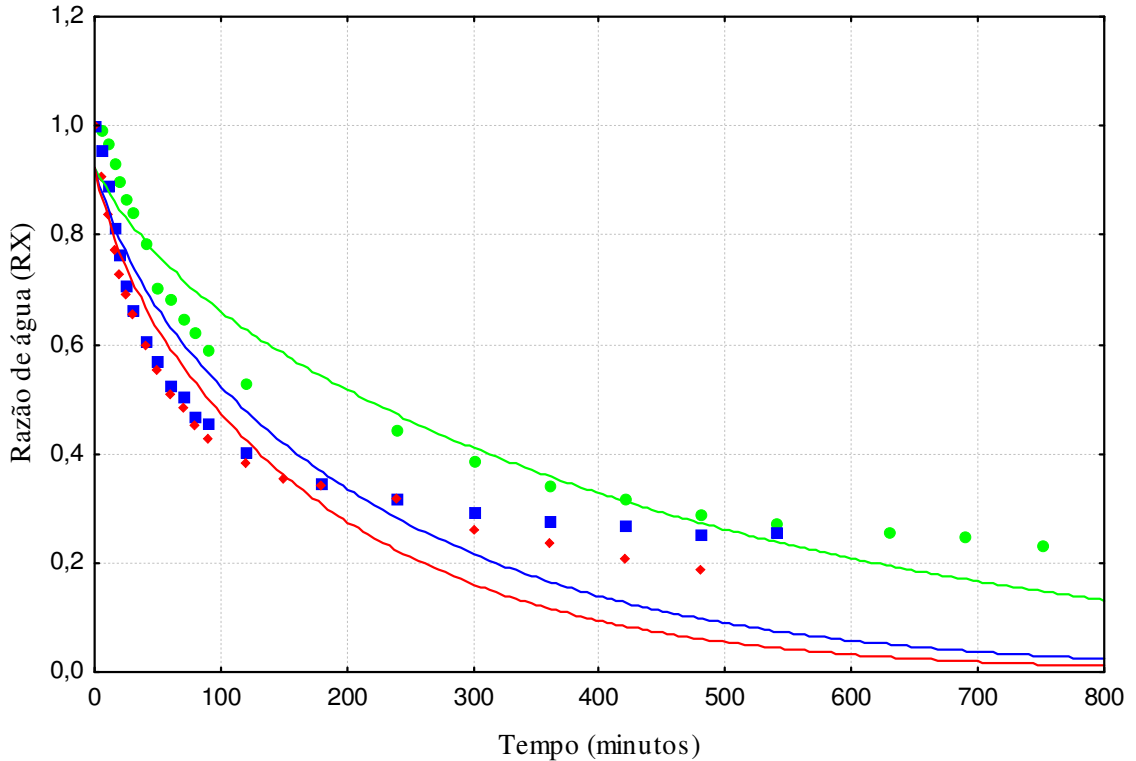
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, sem cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,382^{-7}).t)+0,1111.\exp(-660125,07.(0,382^{-7}).t)$	$R^2=95,70\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,421^{-7}).t)+0,1111.\exp(-660125,07.(0,421^{-7}).t)$	$R^2=98,92\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,421^{-7}).t)+0,1111.\exp(-660125,07.(0,421^{-7}).t)$	$R^2=97,86\%$

Figura 14. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com dois termos de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

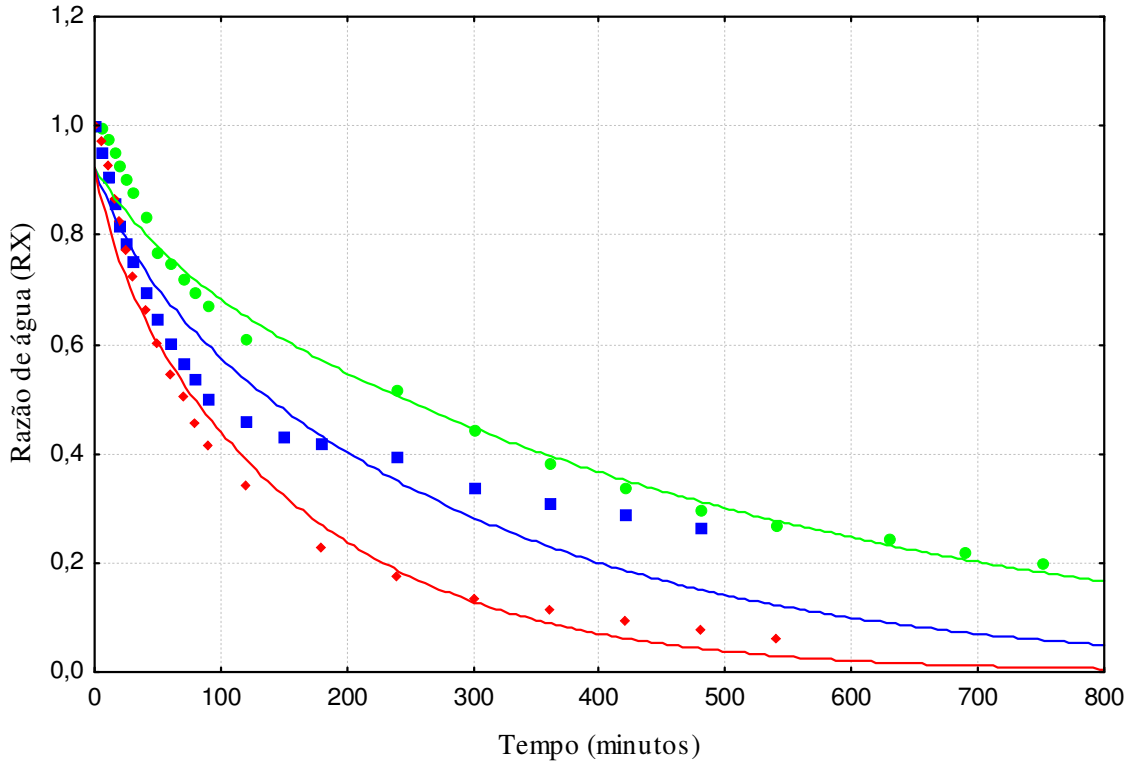
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,309^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,309^{-7}).t)$	$R^2=97,31\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,601^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,601^{-7}).t)$	$R^2=91,70\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,735^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,735^{-7}).t)$	$R^2=94,64\%$

Figura 15. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com dois termos de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,271^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,271^{-7}).t)$	$R^2=98,66\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,477^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,477^{-7}).t)$	$R^2=95,76\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RX=0,81057.\exp(-73347,23.(0,835^{-7}).t))+0,1111.\exp(-660125,07.(0,835^{-7}).t)$	$R^2=98,65\%$

Figura 16. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento, utilizando a equação de Fick com dois termos de série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 13. Coeficientes de difusão da Equação de Fick usando dois termos da série, utilizando dados provenientes da secagem da jaca com pré-secagem osmótica às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, Campina Grande, PB, 2006

Equação de Fick				
$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[\frac{-(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right] + \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[\frac{-(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right]$				
°Brix	T^{ra} (°C)	L	D (m²/s)	R²(%)
40 C/ COZ	45°C	0,0058	0,429x10 ⁻⁷	96,66 %
	60°C	0,0058	0,775x10 ⁻⁷	96,70 %
	75 °C	0,0058	0,797x10 ⁻⁷	98,55 %
50 C/ COZ	45°C	0,0058	0,309x10 ⁻⁷	97,31 %
	60°C	0,0058	0,601x10 ⁻⁷	91,70 %
	75 °C	0,0058	0,735x10 ⁻⁷	94,64 %
40 S/ COZ	45°C	0,0058	0,382x10 ⁻⁷	95,70 %
	60°C	0,0058	0,421x10 ⁻⁷	98,92 %
	75 °C	0,0058	0,591x10 ⁻⁷	97,86 %
50 S/ COZ	45°C	0,0058	0,271x10 ⁻⁷	98,66 %
	60°C	0,0058	0,477x10 ⁻⁷	95,76 %
	75 °C	0,0058	0,835x10 ⁻⁷	98,65 %

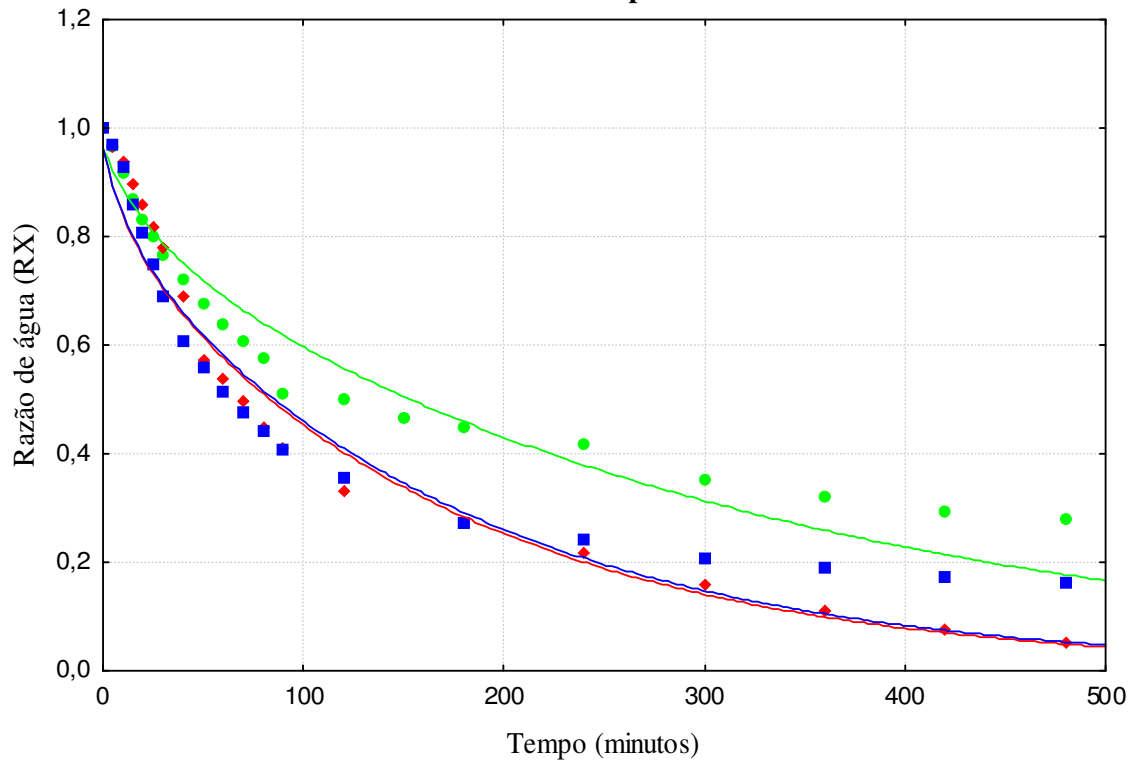
C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

4.2.1.3 Equação de Fick com três termos da série

Ao se utilizar a equação de Fick com três termos da série, o coeficiente de determinação variou entre 92,03 e 99,24%. Pode-se observar nessas Figuras, que o coeficiente de determinação aumenta com o aumento dos números de termos da série da equação de Fick, no entanto, ainda não apresenta um ajuste satisfatório para todas as condições estabelecidas.

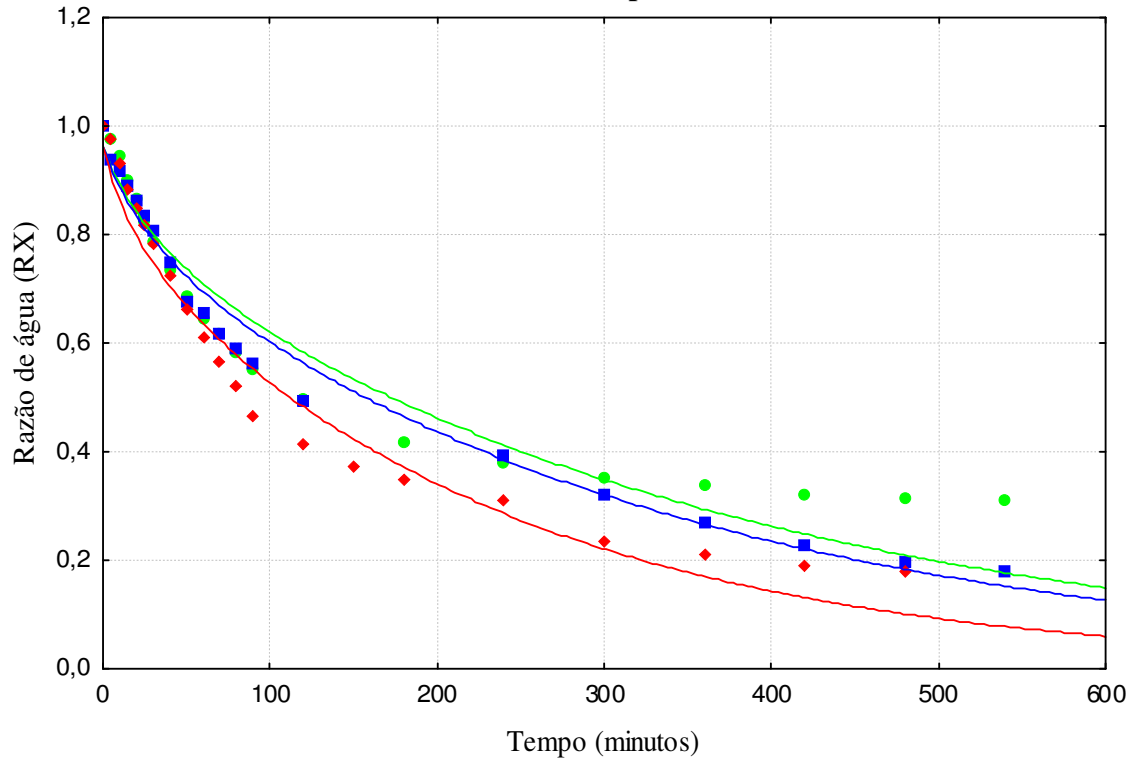
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	R ² =97,11%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,432 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,432 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,432 ⁻⁷ .t))	
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	R ² =97,02%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,774 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,774 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,774 ⁻⁷ .t))	
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	R ² =98,75%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,795 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,795 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,795 ⁻⁷ .t))	

Figura 17. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizado a equação de Fick com três termos da série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

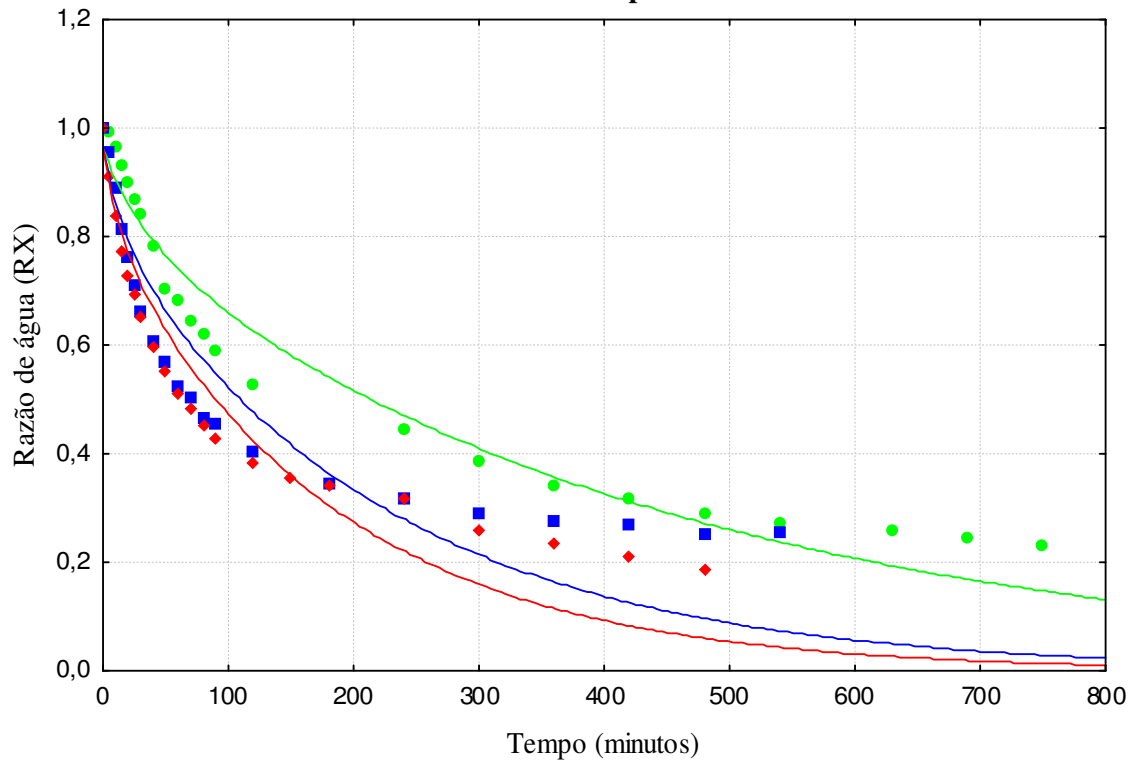
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, sem o cozimento prévio.



■ Dados experimentais da secagem à 45°	R ² =96,23%
RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,384 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,384 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,384 ⁻⁷ .t))	
◆ Dados experimentais da secagem à 60°C	R ² =99,17%
RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,422 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,422 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,422 ⁻⁷ .t))	
● Dados experimentais da secagem à 75°C	R ² =98,26%
RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,591 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,591 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-1833680,75.(0,591 ⁻⁷ .t))	

Figura 18. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com três termos da série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

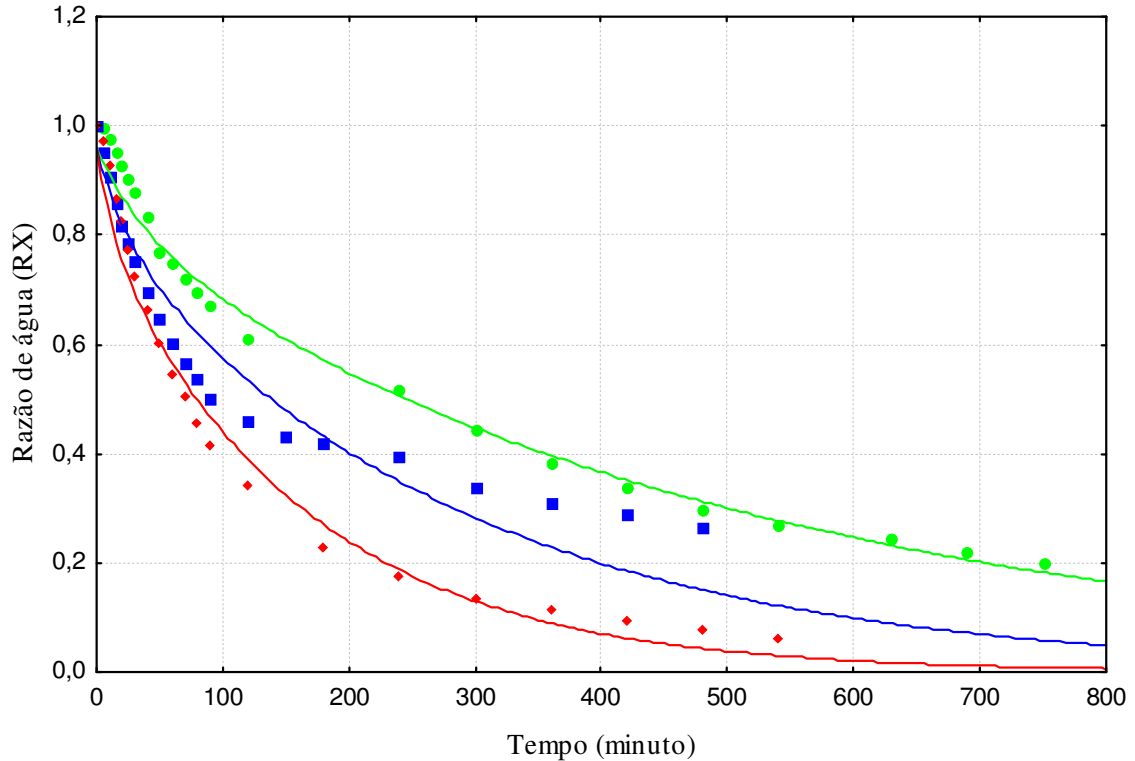
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, com o cozimento prévio.



■ Dados experimentais da secagem à 45°	$R^2=97,81\%$
$RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,310^{-7}).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,310^{-7}).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,310^{-7}).t))$	
◆ Dados experimentais da secagem à 60°C	$R^2=92,03\%$
$RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,605^{-7}).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,605^{-7}).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,605^{-7}).t))$	
● Dados experimentais da secagem à 75°C	$R^2=94,86\%$
$RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,739^{-7}).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,739^{-7}).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,739^{-7}).t))$	

Figura 19. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com três termos da série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50°Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°	R ² =99,24%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,271 ⁻⁷)*x))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,271 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,271 ⁻⁷).t))	
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	R ² =96,16%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,479 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,479 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,479 ⁻⁷).t))	
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	R ² =98,91%
	RX=0,81057.exp(-(73347,23.(0,833 ⁻⁷).t))+0,1111.exp(-(660125,07.(0,833 ⁻⁷).t))+0,04.exp(-(1833680,75.(0,833 ⁻⁷).t))	

Figura 20. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Fick com três termos da série, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 14. Coeficientes de difusão da Equação de Fick usando três termos da série provenientes da secagem da jaca com pré-secagem osmótica às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, Campina Grande, PB, 2006

Equação de Fick				
$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right] + \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right] + \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right]$				
°Brix	T^{ra} (°C)	L	D (m²/s)	R²(%)
40 C/ COZ	45°C	0,0058	0,432x10 ⁻⁷	97,11 %
	60°C	0,0058	0,774x10 ⁻⁷	97,02 %
	75 °C	0,0058	0,795x10 ⁻⁷	98,75 %
50 C/ COZ	45°C	0,0058	0,310x10 ⁻⁷	97,81 %
	60°C	0,0058	0,605x10 ⁻⁷	92,03 %
	75 °C	0,0058	0,739x10 ⁻⁷	94,86 %
40 S/ COZ	45°C	0,0058	0,384x10 ⁻⁷	96,23 %
	60°C	0,0058	0,422x10 ⁻⁷	99,17 %
	75 °C	0,0058	0,591x10 ⁻⁷	98,26 %
50 S/ COZ	45°C	0,0058	0,271x10 ⁻⁷	99,24 %
	60°C	0,0058	0,479x10 ⁻⁷	96,16 %
	75 °C	0,0058	0,833x10 ⁻⁷	98,91 %

C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

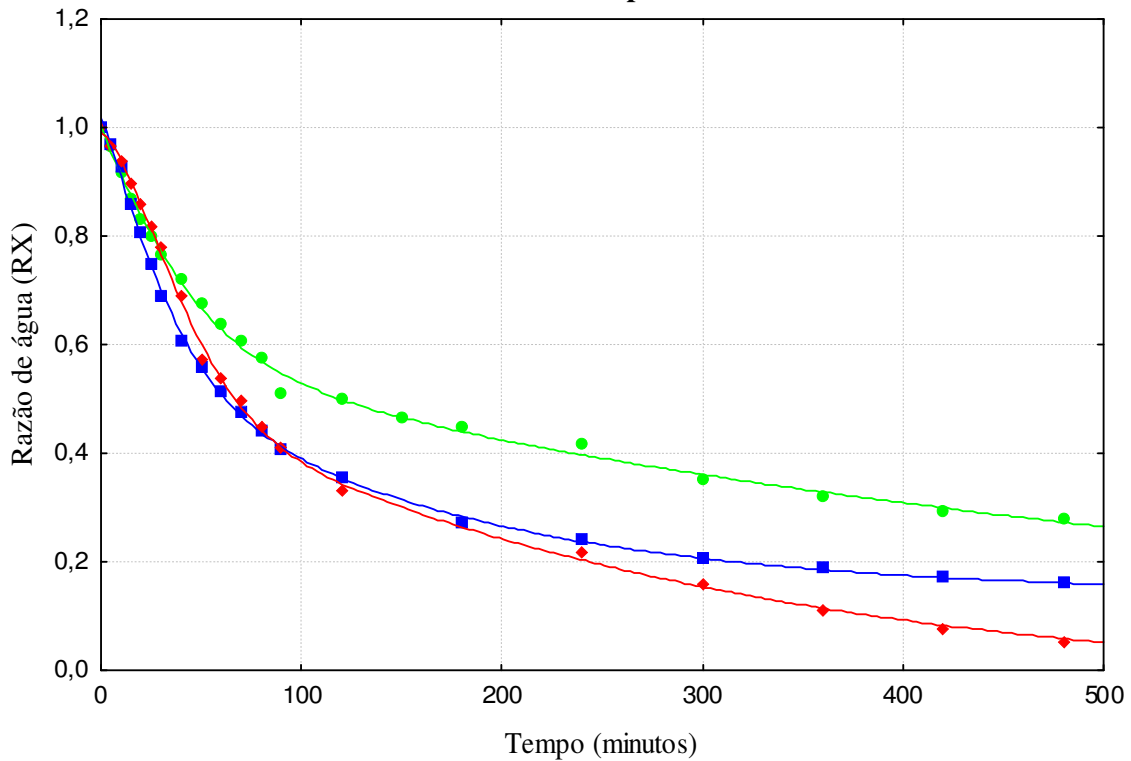
4.2.2 Equação de Cavalcanti Mata

Nas Figuras 21, 22, 23 e 24 estão expressos os dados experimentais e calculados com a equação de Cavalcanti Mata para as secagens feitas às temperaturas de 45, 60 e 75 °C para jaca com pré-secagem osmótica em xaropes de sacarose com 40 e 50 °Brix, respectivamente.

Na Tabela 15 observa-se uma média de 99,81% para os coeficientes de determinação obtendo-se, assim, um ótimo ajuste dessa equação aos dados experimentais da secagem da jaca nas condições citadas acima e, sendo dessa forma a

melhor equação proposta. Os coeficientes de difusão da equação representa por a_i ($i = 1,2,3,4,5,6$) não segue um comportamento com relação ao °Brix e nem às temperaturas.

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$R^2=99,87\%$
	$RX=(0,325178).\exp(-0,008961).t^{(1,24382)}+(1,04143).\exp(-0,008961).t^{(0,648859)}+(-,36385)$	
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$R^2=99,95\%$
	$RX=(0,499428).\exp(-0,00974).t^{(0,932982)}+(0,380443).\exp(-0,00974).t^{(1,30505)}+(0,138331)$	
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$R^2=99,96\%$
	$RX=(0,541866).\exp(-0,001975).t^{(1,10992)}+(0,474132).\exp(-0,001975).t^{(1,61046)}+(-0,02489)$	

Figura 21. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.

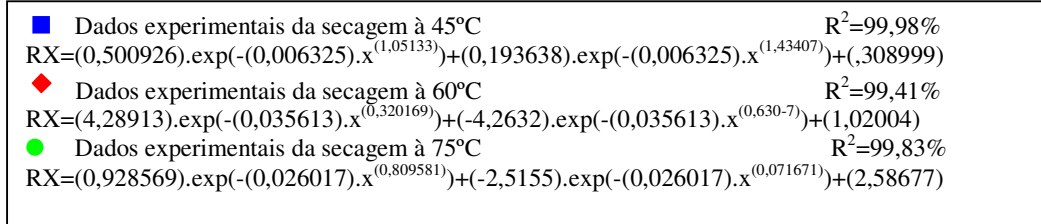
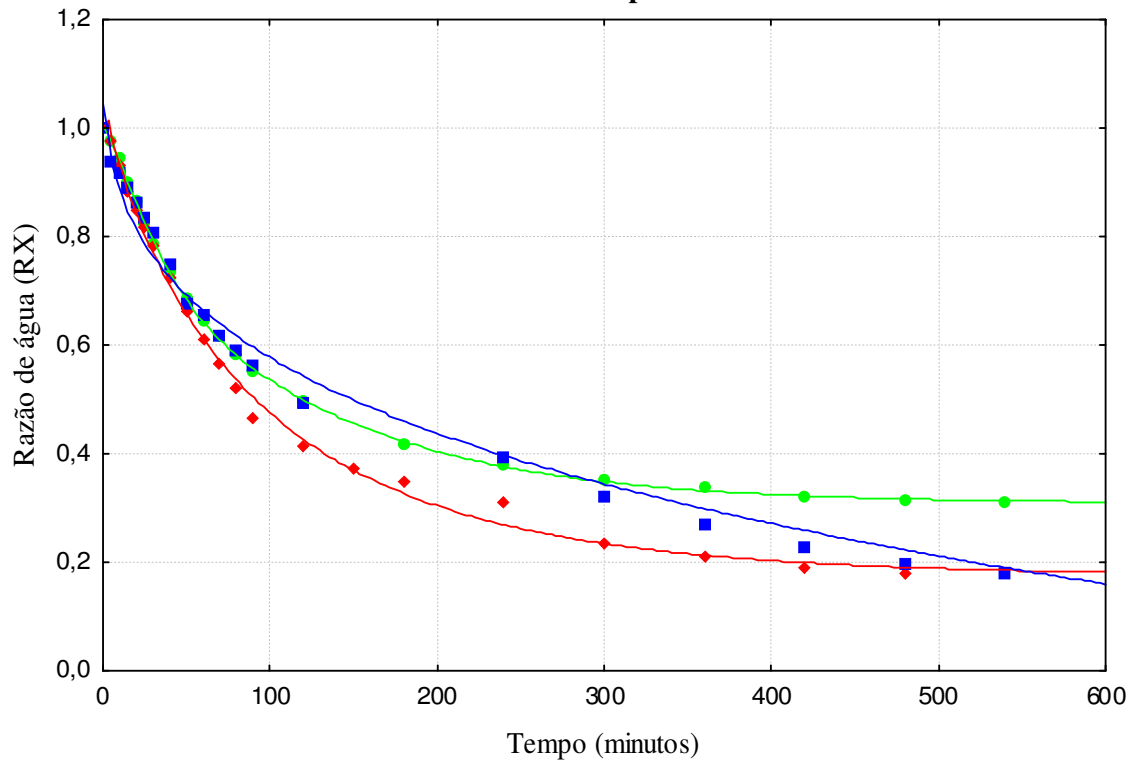
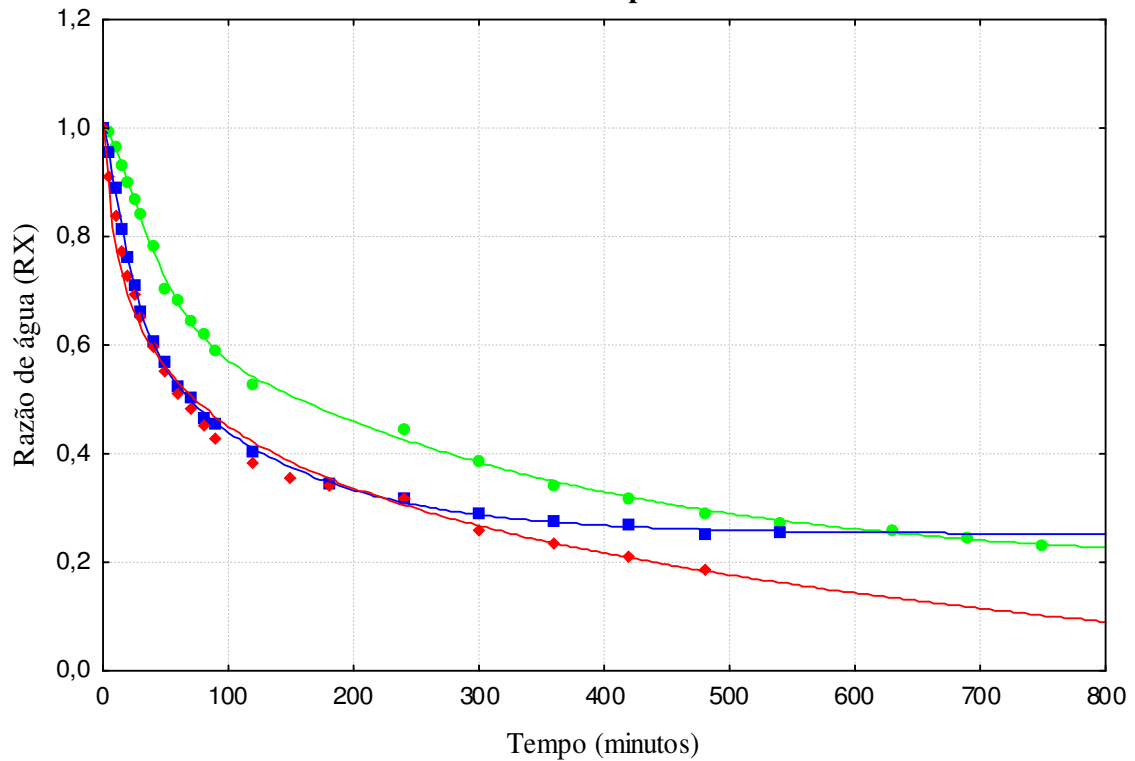


Figura 22. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

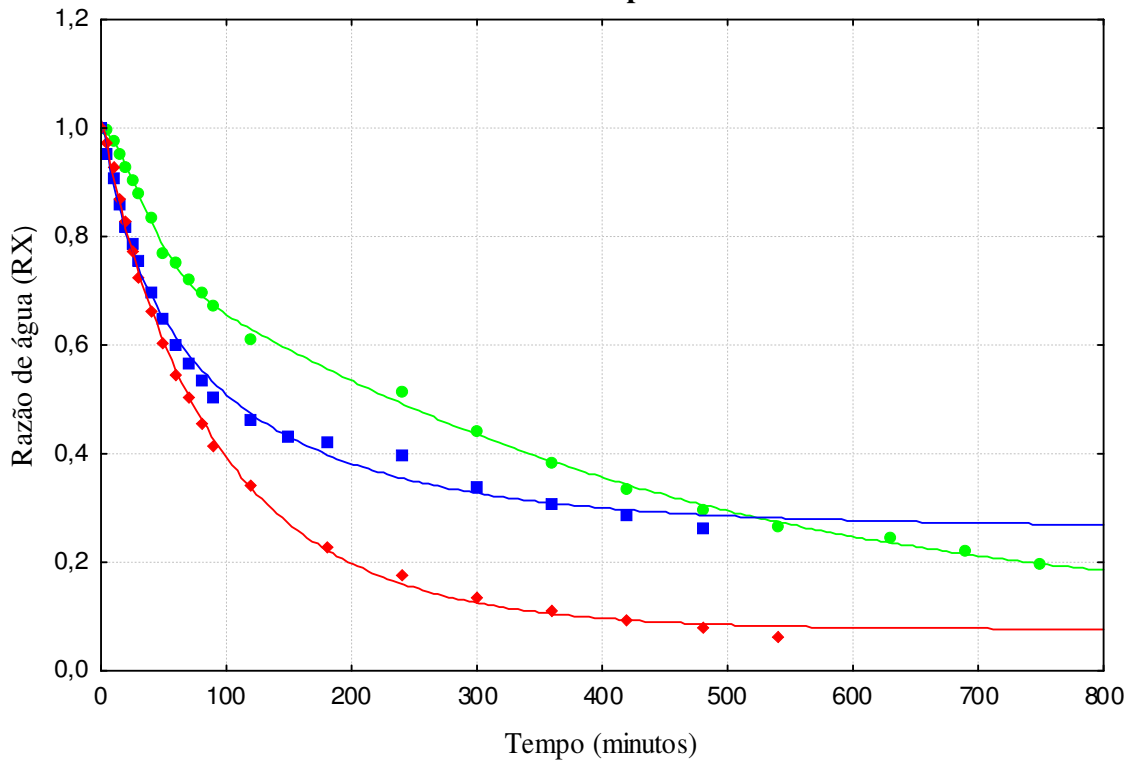
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$R^2=99,96\%$
	$RX=(0,311659).\exp(-(0,002533).x^{(1,5663)})+(0,502185).\exp(-(0,002533).x^{(1,04048)})+(0,19137)$	
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$R^2=99,79\%$
	$RX=(0,466244).\exp(-(0,011782).x^{(0,943311)})+(0,287506).\exp(-(0,011782).x^{(1,41152)})+(0,251609)$	
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$R^2=99,33\%$
	$RX=(7,22488).\exp(-(0,162802).x^{(0,108105)})+(-7,5396).\exp(-(0,162802).x^{(0,221-5)})+(1,33057)$	

Figura 23. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$R^2=99,95\%$
	$RX=(0,500926).\exp(-0,006325).x^{(1,05133)}+(0,193638).\exp(-0,006325).x^{(1,43407)}+(0,308999)$	
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$R^2=99,74\%$
	$RX=(-1,2016).\exp(-0,049814).x^{(0,130-6)}+(0,808099)*\exp(-0,049814).x^{(0,689673)}+(1,40714)$	
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$R^2=99,95\%$
	$RX=(0,96019).\exp(-0,017688).x^{(0,898389)}+(-1,3035).\exp(-0,017688).x^{(0,235-6)}+(1,35693)$	

Figura 24. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento, pela equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 15. Coeficientes da Equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear utilizando dados provenientes da secagem de jaca com pré-secagem osmótica às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, Campina Grande, PB, 2006.

Equação de Cavalcanti Mata								
$RU = a_1 \exp(-a_2 t^{a_3}) + a_4 \exp(-a_2 t^{a_5}) + a_6$								
°Brix	T^{ra} (°C)	a₁	a₂	a₃	a₄	a₅	a₆	R² (%)
40 C/ COZ	45°C	0,32517	0,00896	1,24382	1,04143	0,64885	0,36385	99,87 %
	60°C	0,49942	0,00974	0,932982	0,38044	1,30505	0,13833	99,95 %
	75 °C	0,541866	0,001975	1,10992	0,474132	1,61046	0,02489	99,96 %
50 C/ COZ	45°C	0,31165	0,00253	1,5663	0,50218	1,04048	0,19137	99,96 %
	60°C	0,466244	0,011782	0,943311	0,287506	1,41152	0,25160	99,79 %
	75 °C	7,22488	0,162802	0,108105	-7,5396	0,221x10 ⁻⁵	1,33057	99,33 %
40 S/ COZ	45°C	0,50092	0,00632	1,05133	0,19363	1,43407	0,30899	99,98 %
	60°C	4,28913	0,035613	0,320169	-4,2632	0,630x10 ⁻⁷	1,02004	99,41 %
	75 °C	0,928569	0,026017	0,809581	-2,5155	0,071671	2,58677	99,83 %
50 S/ COZ	45°C	0,22311	0,00107	1,80232	0,66531	1,14123	0,11179	99,95 %
	60°C	-1,2016	0,049814	0,130x10 ⁻⁶	0,808099	0,689673	1,40714	99,74 %
	75 °C	0,96019	0,017688	0,898389	-1,3035	0,235x10 ⁻⁶	1,35693	99,95 %

C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

4.2.3 Equação de Page

As curvas de secagem feitas às 45, 60 e 75 °C para jaca com pré-secagem osmótica nos xaropes de sacarose com 40 e 50 °Brix, respectivamente, utilizando-se a equação de Page, encontram-se nas Figuras de 25 e 26 para o produto que sofreu pré-cozimento e nas Figuras 27 e 28 encontram-se as curvas obtidas nestas mesmas condições, porém para o produto sem pré-cozimento.

Os coeficientes da equação de Page encontram-se na Tabela 16. Pode-se perceber que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação entre os valores de 97,86 e 99,68%, os resultados indicam um bom ajuste da equação proposta por Page aos dados experimentais.

Analisando a Tabela 16, percebe-se que o coeficiente “k” variou de $1,2787 \times 10^{-2}$ a $7,1202 \times 10^{-2}$, enquanto que o coeficiente “n” sofreu uma menor oscilação, ficando entre 0,504 e 0,8622.

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com o cozimento prévio.

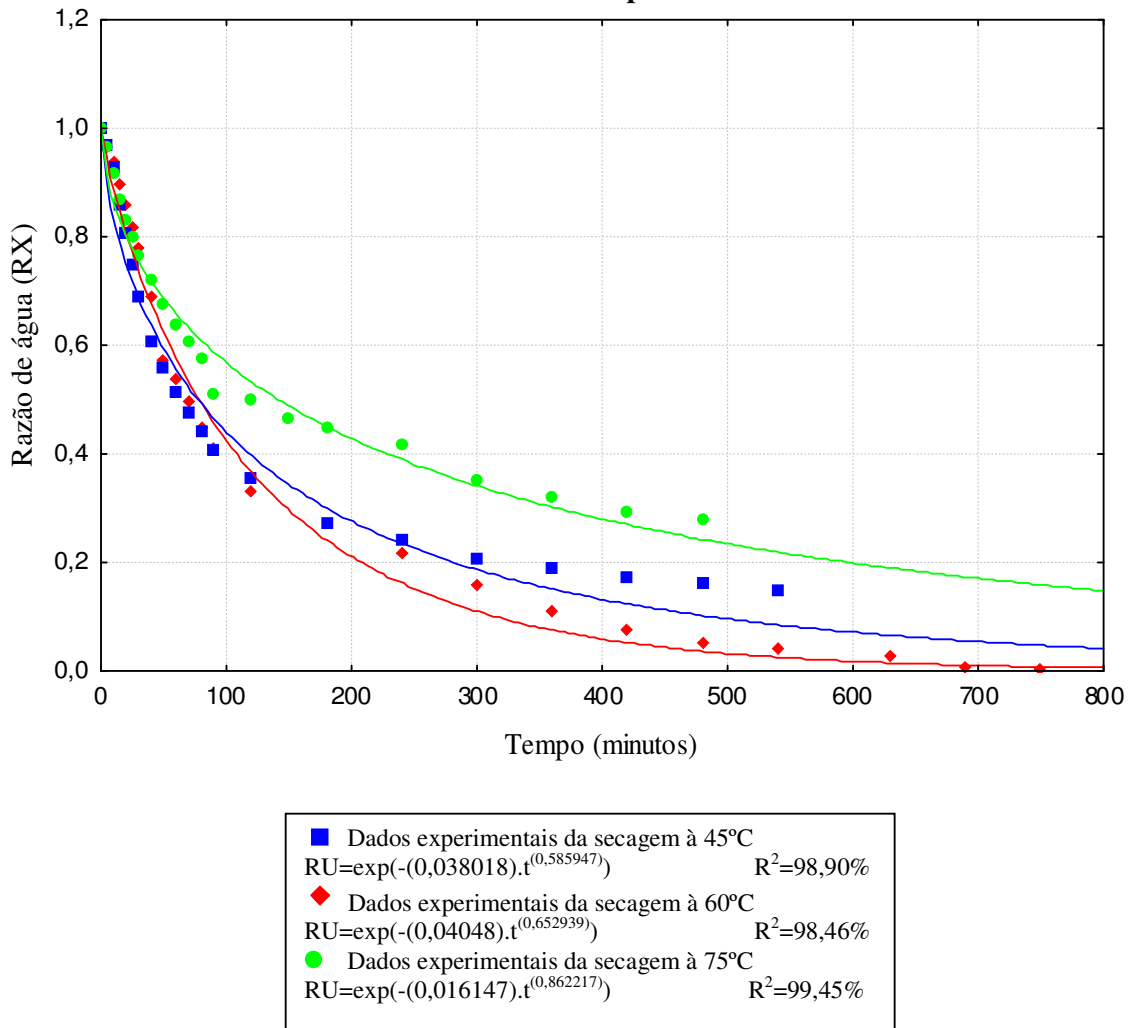


Figura 25. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Page, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, sem o cozimento prévio.

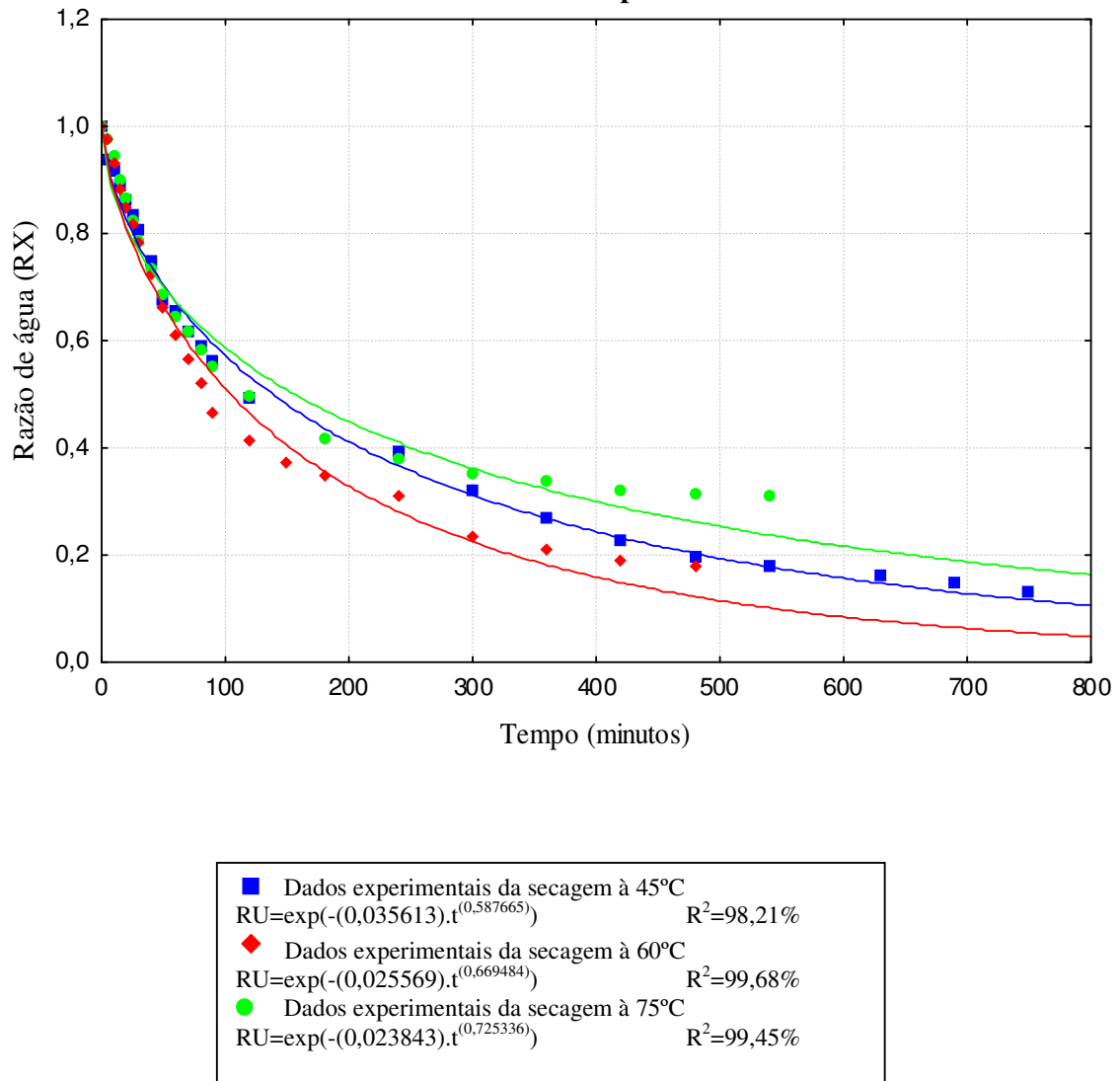
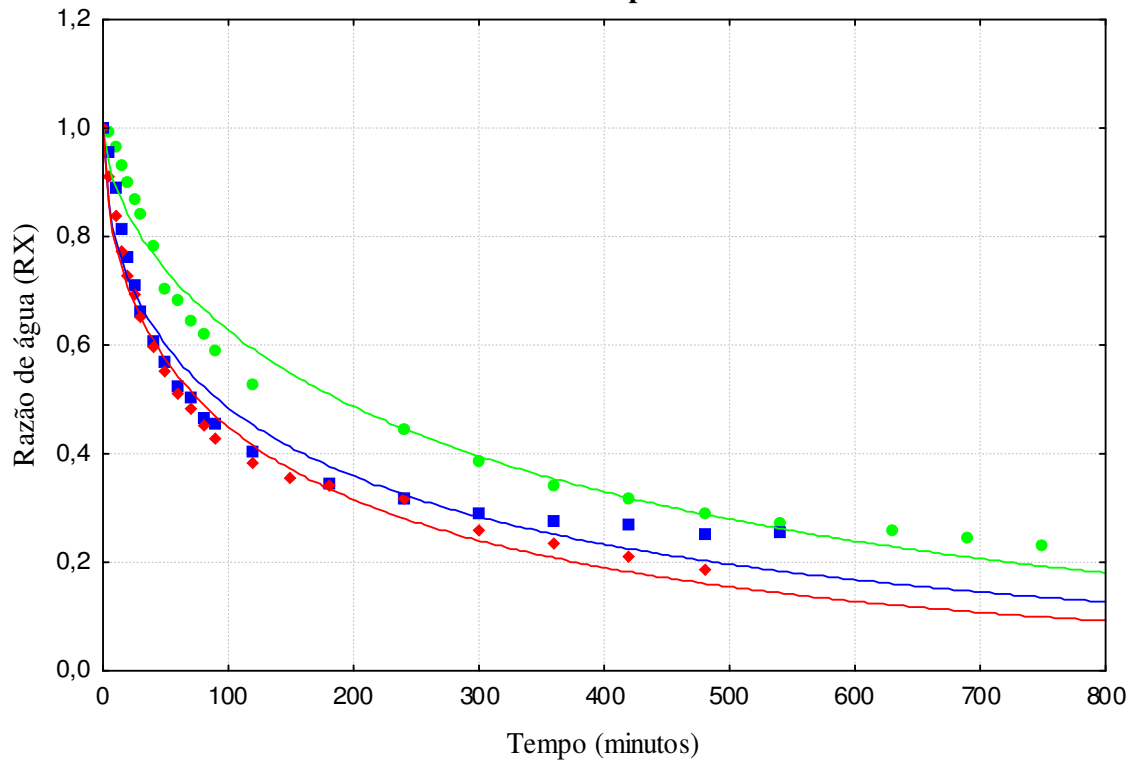


Figura 26. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Page, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$RU = \exp(-0,026186) \cdot t^{(0,625365)}$	$R^2 = 98,83\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RU = \exp(-0,071025) \cdot t^{(0,503969)}$	$R^2 = 97,86\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RU = \exp(-0,071202) \cdot t^{(0,525495)}$	$R^2 = 99,16\%$

Figura 27. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Page, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.

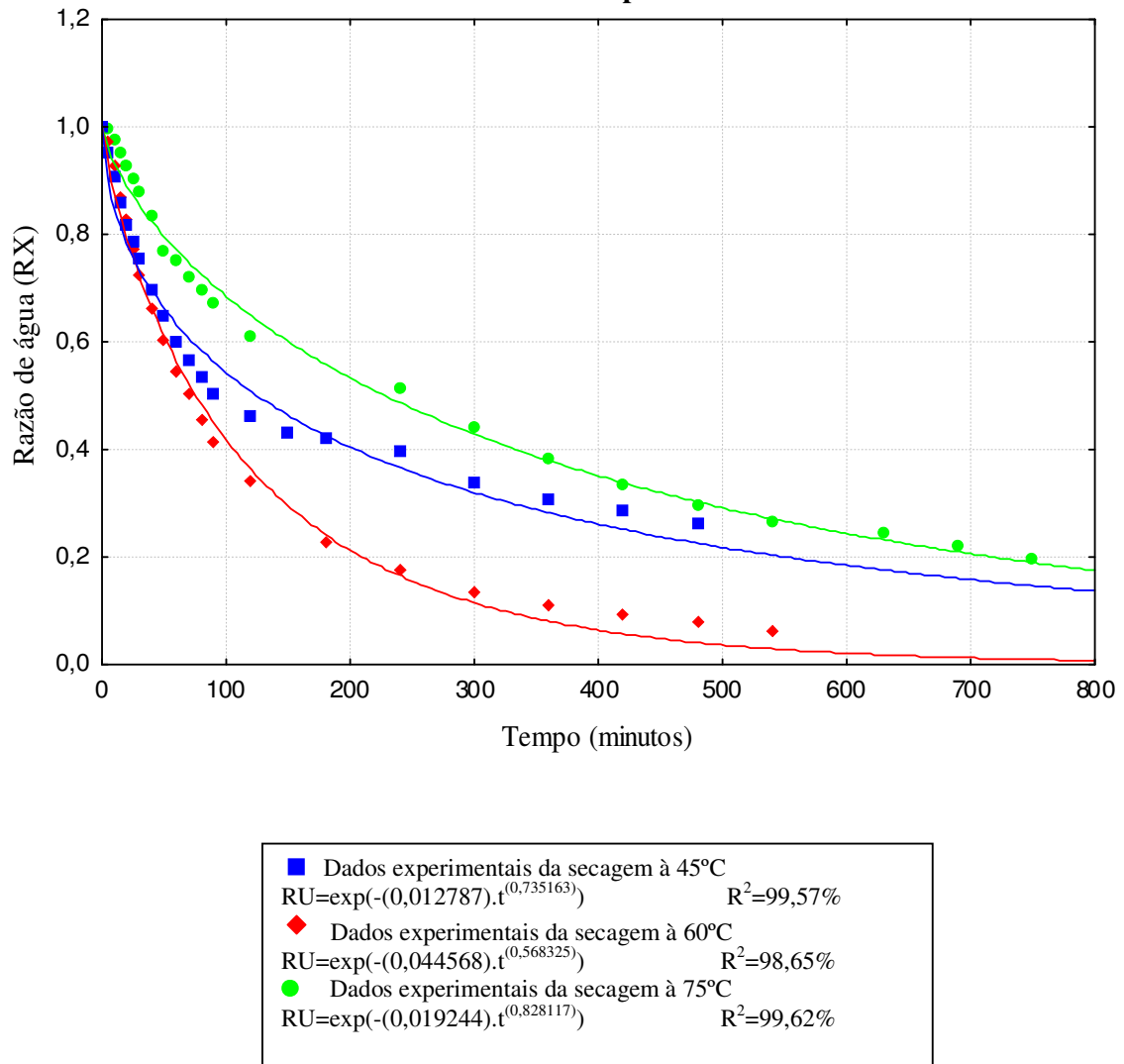


Figura 28. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Page, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 16. Coeficientes da equação de Page, obtida por regressão não linear em secagem com pré-secagem osmótica para jaca em diferentes temperaturas (45, 60 e 75 °C), Campina Grande, PB, 2006

Equação de Page				
$RU = \exp(-k.t^n)$				
°Brix	Temperatura (°C)	K	n	R²(%)
40 C/ COZ	45°C	0,038018	0,585947	98,90 %
	60°C	0,040479	0,652939	98,46 %
	75 °C	0,016147	0,862217	99,45 %
50 C/ COZ	45°C	0,026186	0,625365	98,83 %
	60°C	0,071025	0,503969	97,86 %
	75 °C	0,071202	0,525495	99,16 %
40 S/ COZ	45°C	0,035613	0,587665	98,21 %
	60°C	0,025569	0,669484	99,68 %
	75 °C	0,023843	0,725336	99,05 %
50 S/ COZ	45°C	0,012787	0,735163	99,57 %
	60°C	0,044568	0,568325	98,65 %
	75 °C	0,019244	0,828117	99,62 %

C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

4.2.4 Equação de Thompson

As curvas de secagem feitas às temperaturas de 45, 60 e 75 °C para jaca com pré-secagem osmótica nos xaropes com 40 e 50 °Brix, respectivamente, utilizando a equação de Thompson estão apresentados nas Figuras 29 e 30 para o produto que sofreu pré-cozimento, e nas Figuras 31 e 32 encontram-se as curvas feitas nestas mesmas condições, porém para o produto sem pré-cozimento.

Os coeficientes da equação de Thompson encontram-se na Tabela 17. Pode-se perceber que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação entre os valores de 97,78 e 99,90%, os resultados indicam um bom ajuste da equação proposta por Thompson aos dados experimentais.

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, com o cozimento prévio.

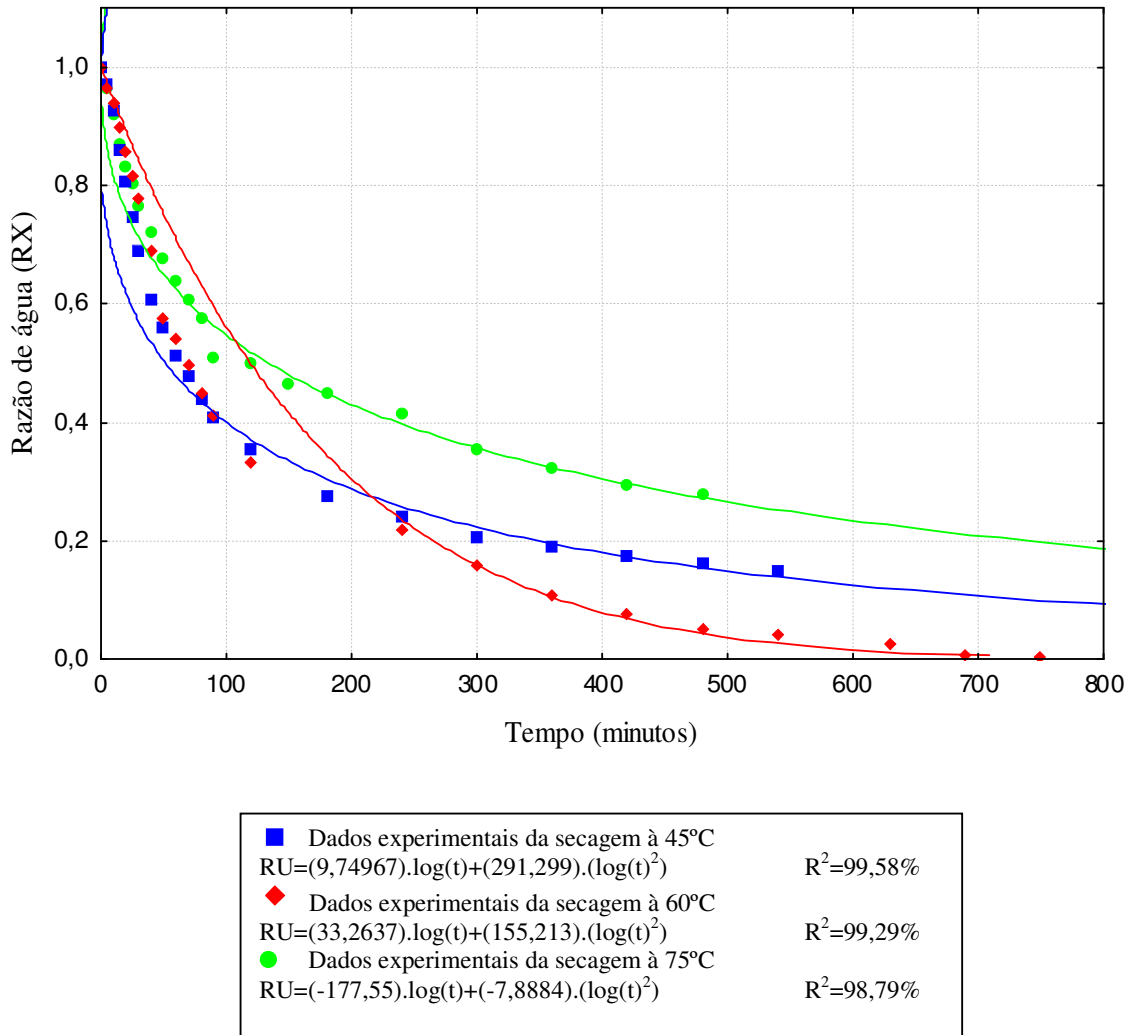


Figura 29. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Thompson, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 40 °Brix, sem o cozimento prévio.

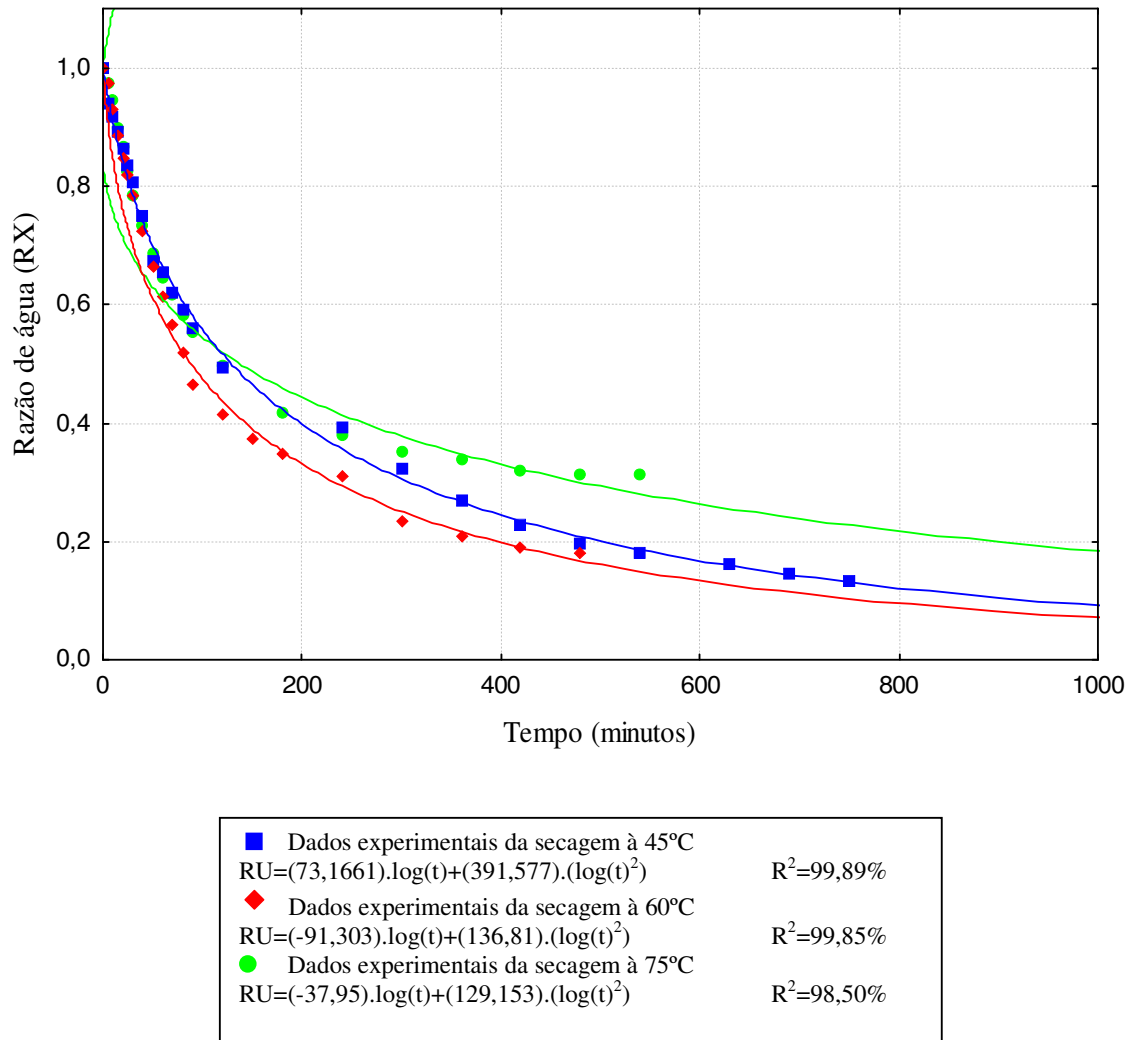
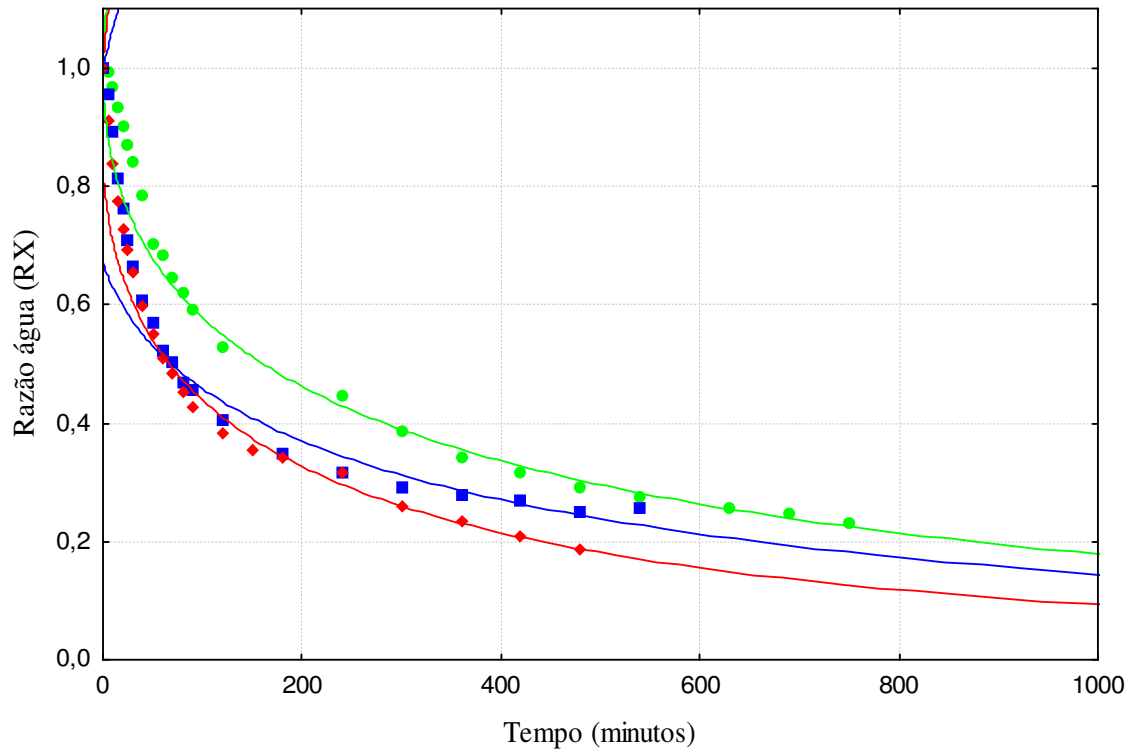


Figura 30. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 40 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Thompson, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

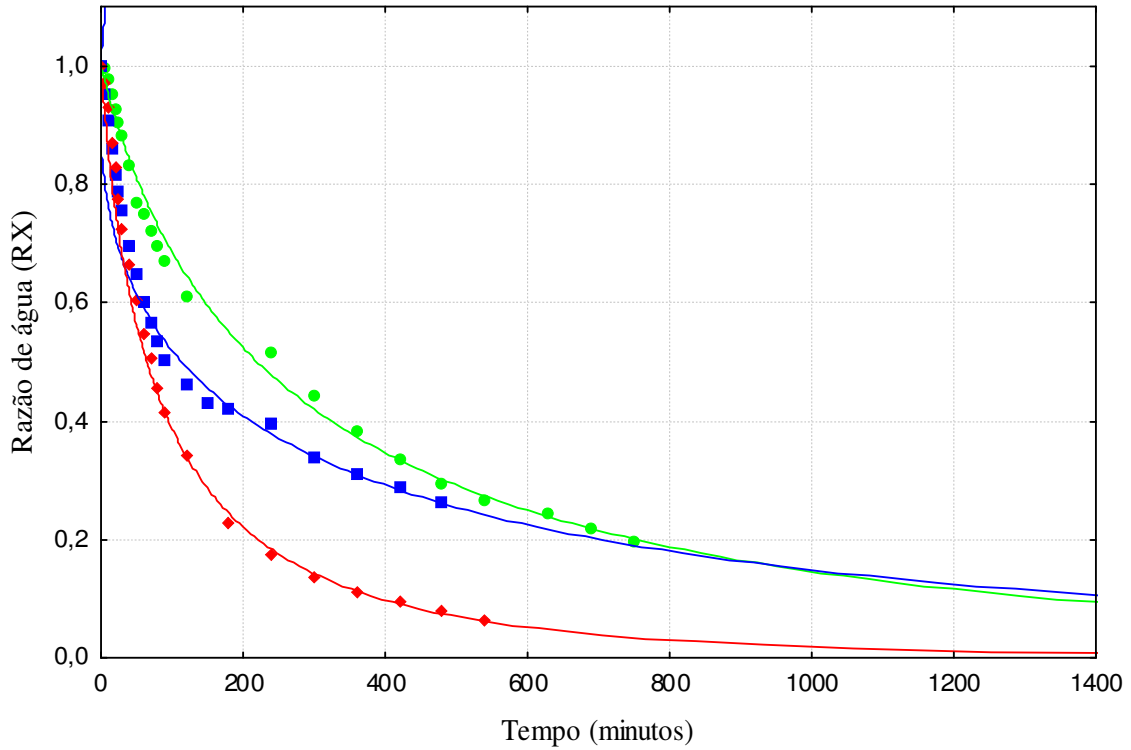
Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, com o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$RU=(3,14498).\log(t)+(339,137).(\log(t)^2)$	$R^2=99,89\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RU=(135,137).\log(t)+(337,322).(\log(t)^2)$	$R^2=99,85\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RU=(38,2872).\log(t)+(193,763).(\log(t)^2)$	$R^2=98,50\%$

Figura 31. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix com cozimento prévio, utilizando a equação de Thompson, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Curvas de secagem da jaca com pré-tratamento osmótico em solução com 50 °Brix, sem o cozimento prévio.



■	Dados experimentais da secagem à 45°C	$RU=(-203,07).\log(t)+(164,446).(\log(t)^2)$	$R^2=99,89\%$
◆	Dados experimentais da secagem à 60°C	$RU=(41,9189).\log(t)+(297,051).(\log(t)^2)$	$R^2=99,85\%$
●	Dados experimentais da secagem à 75°C	$RU=(-59,289).\log(t)+(48,5638).(\log(t)^2)$	$R^2=98,50\%$

Figura 32. Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados da jaca em solução de sacarose com 50 °Brix sem cozimento prévio, utilizando a equação de Thompson, obtidas por regressão não linear às temperaturas de 45, 60 e 75 °C

Tabela 17. Coeficientes da equação de Thompson, obtida por regressão não linear em secagem com pré-secagem osmótica para jaca em diferentes temperaturas (45, 60 e 75 °C), Campina Grande, PB, 2006

Equação de Thompson				
$T = A_1 \text{LN} (RU) + A_2 \text{LN} (RU)^2$				
°Brix	T^{ra} (°C)	A₁	A₂	R²(%)
40 C/ COZ	45°C	9,74967	291,299	99,58 %
	60°C	33,2637	155,213	99,29 %
	75 °C	-177,55	7,8884	98,79 %
50 C/ COZ	45°C	3,14498	339,137	99,72 %
	60°C	135,137	337,322	97,78 %
	75 °C	38,2872	193,763	99,62 %
40 S/ COZ	45°C	73,1661	391,577	97,89 %
	60°C	-91,303	136,81	99,85 %
	75 °C	-37,95	129,1534	99,50 %
50 S/ COZ	45°C	-203,07	164,446	99,84 %
	60°C	41,9189	297,051	99,48 %
	75 °C	-59,289	48,5638	99,90 %

C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

4.4 Teste de aceitação

Na Tabela 18 estão contidas as médias de 35 valores, atribuídos pelos provadores, aos 4 atributos sensoriais, Aparência Geral, Cor, Aroma e Sabor, analisados para classificar as passas de jaca.

Tabela 18. Média de 35 valores atribuídos pelos provadores para os atributos sensoriais de passas de jaca, conforme parâmetros de concentração de açúcar da solução osmótica e temperaturas de secagem utilizadas para sua elaboração, Campina Grande, PB, 2006

Concentração	Atributos Sensoriais				
	Temperatura	Aparência	Cor	Sabor	Aroma
40 C/ COZ	45°C	6,83±2,18	6,83±1,95	7,03±1,96	6,31±1,43
	60°C	6,91±2,28	6,54±2,03	6,8,±1,81	6,54±2,08
	75 °C	6,06±2,24	6,26±2,06	5,54±2,01	6,00±1,75
50 C/ COZ	45°C	5,80±2,29	6,40±1,80	5,63±2,41	5,34±2,38
	60°C	5,97±2,20	5,89±2,23	5,86±2,39	5,57±2,28
	75 °C	6,46±1,74	6,77±1,52	6,09±1,96	6,23±1,63
40 S/ COZ	45°C	6,54±2,57	6,66±2,25	6,03±2,66	5,66±2,44
	60°C	6,34±1,98	6,83±1,60	6,29±1,92	6,03±2,12
	75 °C	6,29±2,49	6,40±1,99	5,57±2,29	5,40±2,38
50 S/ COZ	45°C	7,20±1,98	7,26±1,50	6,49±2,57	6,26±1,90
	60°C	6,83±1,90	6,69±1,45	6,23±2,00	5,80±2,07
	75 °C	5,94±2,54	6,26±1,85	5,86±2,09	5,91±1,60

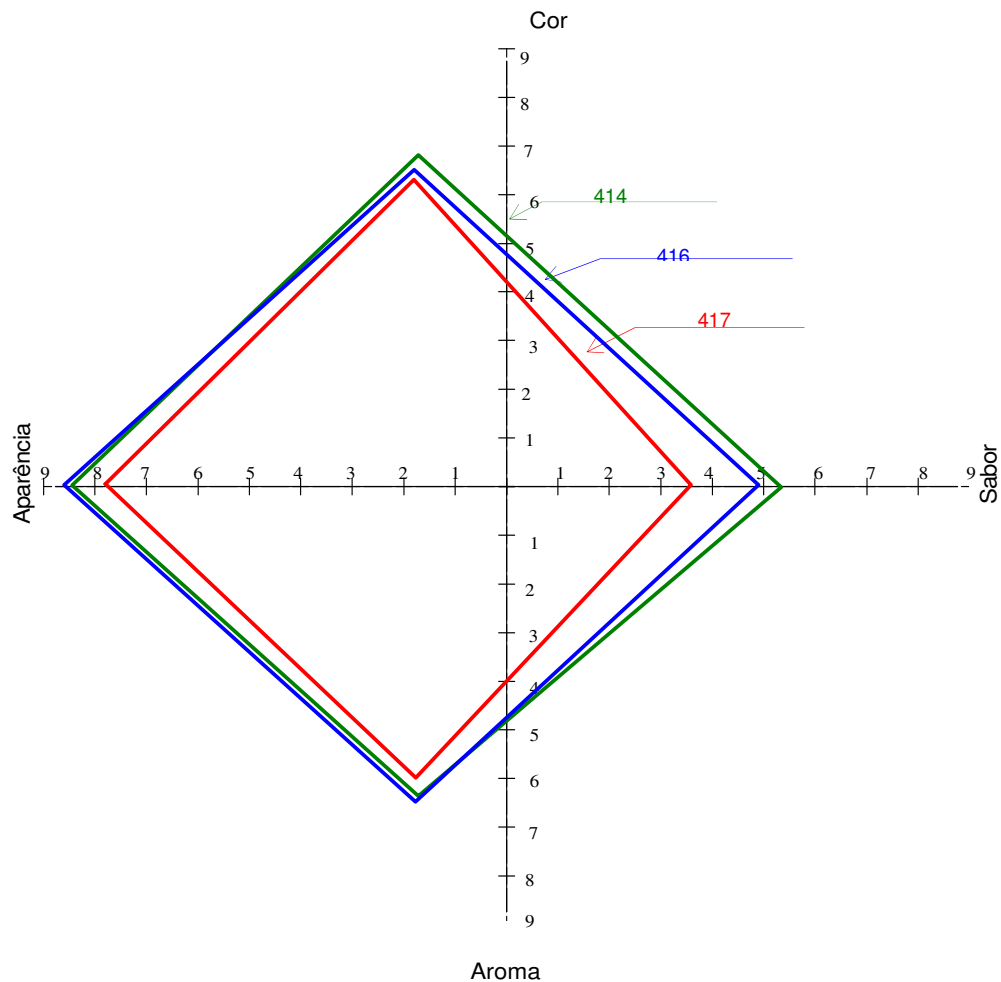
C/ COZ – Secagem de jaca com cozimento prévio

S/ COZ – Secagem de jaca sem cozimento prévio

Com base nas médias obtidas no teste de aceitação, foram feitos os perfis de respostas sensoriais dos atributos avaliados, para as diversas passas de jaca elaboradas conforme tratamentos osmóticos (40 e 50 °Brix) e de secagem empregados.

Na Figura 33, encontram-se os perfis sensoriais obtidos para as passas de jaca elaboradas com tratamento em solução de sacarose a 40 °Brix, com cozimento prévio e secagem e à temperatura de 45, 60 e 75 °C, respectivamente.

Percebe-se pela Figura 33 que entre as passas de jaca elaboradas com tratamento osmótico a 40 °Brix e com cozimento prévio, a que passou por secagem à temperatura de 45 °C foi avaliada como a melhor passa em relação ao sabor e a cor, enquanto que a passa de jaca seca à 65 °C foi mais aceita quanto ao aroma e a aparência, porém com médias muito próximas da passa seca à 45 °C . Segundo estas observações, pode-se considerar que a passa de jaca mais aceita, entre as passas elaboradas com tratamento osmótico a 40 °Brix e com cozimento prévio, foi a que passou por secagem na temperatura mais amena, 45 °C (codificada com 414).



*

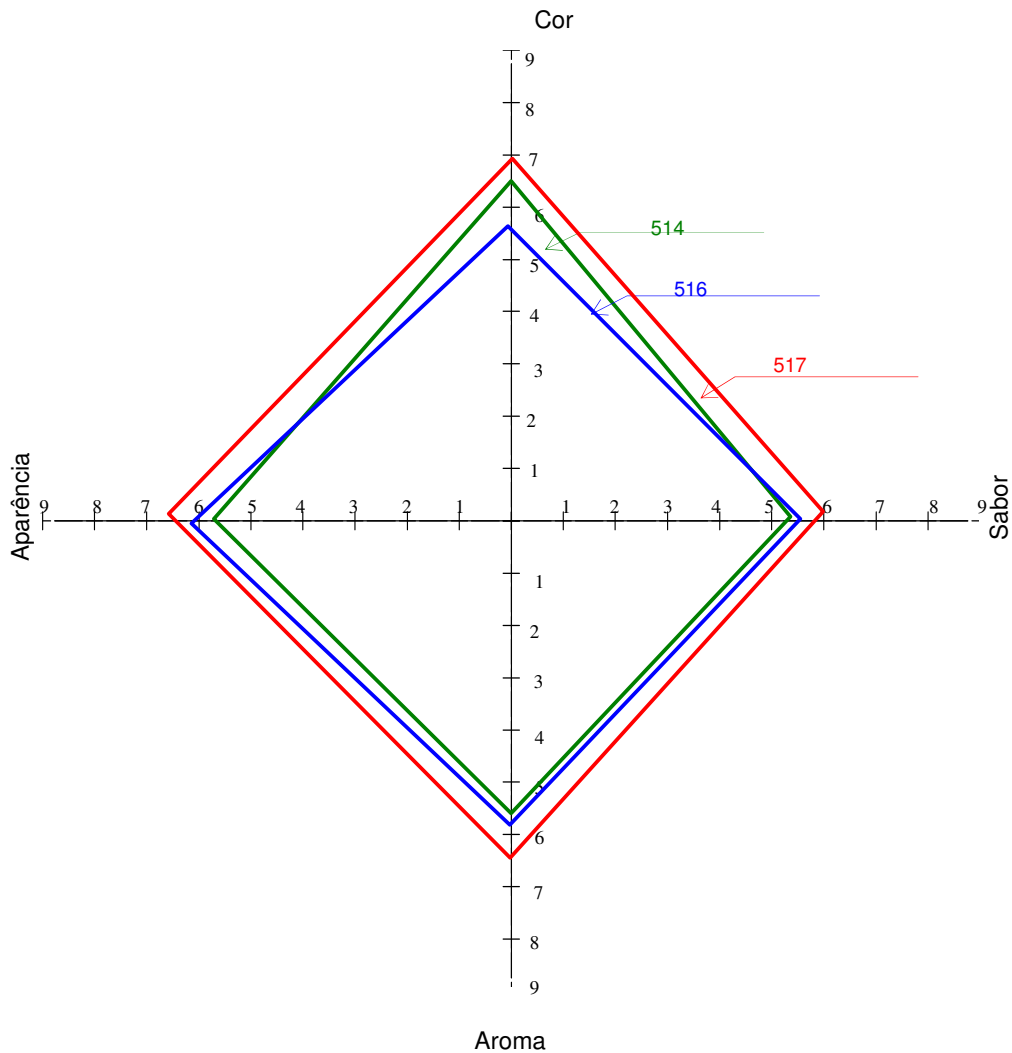
- 414 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 45°C
- 416 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 60°C
- 417 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 75°C

Figura 33. Perfil sensorial obtido segundo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 40 °Brix e cozimento prévio, seguidas de secagem às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, respectivamente

Na Figura 34, encontram-se os perfis sensoriais obtidos para as passas de jaca elaboradas com tratamento em solução de sacarose a 50 °Brix, com cozimento pré-secagem e secos à temperatura de 45, 60 e 75 °C, respectivamente

Percebe-se pela Figura 34 que entre estas passas a que passou por secagem à temperatura de 75 °C foi avaliada como a passa mais aceita em todos os atributos

avaliados, seguida da passa seca a 60 °C que obteve média de aceitação maior do que a passa seca a 45 °C em três atributos, aroma, sabor e aparência, e obteve menor média de aceitação apenas quanto a cor do produto. Estes fatos adicionados às observações feitas na Figura anterior evidenciam que, quando se aumenta o teor de sólidos solúveis, existe uma maior preferência por passas secas em temperaturas mais elevadas.

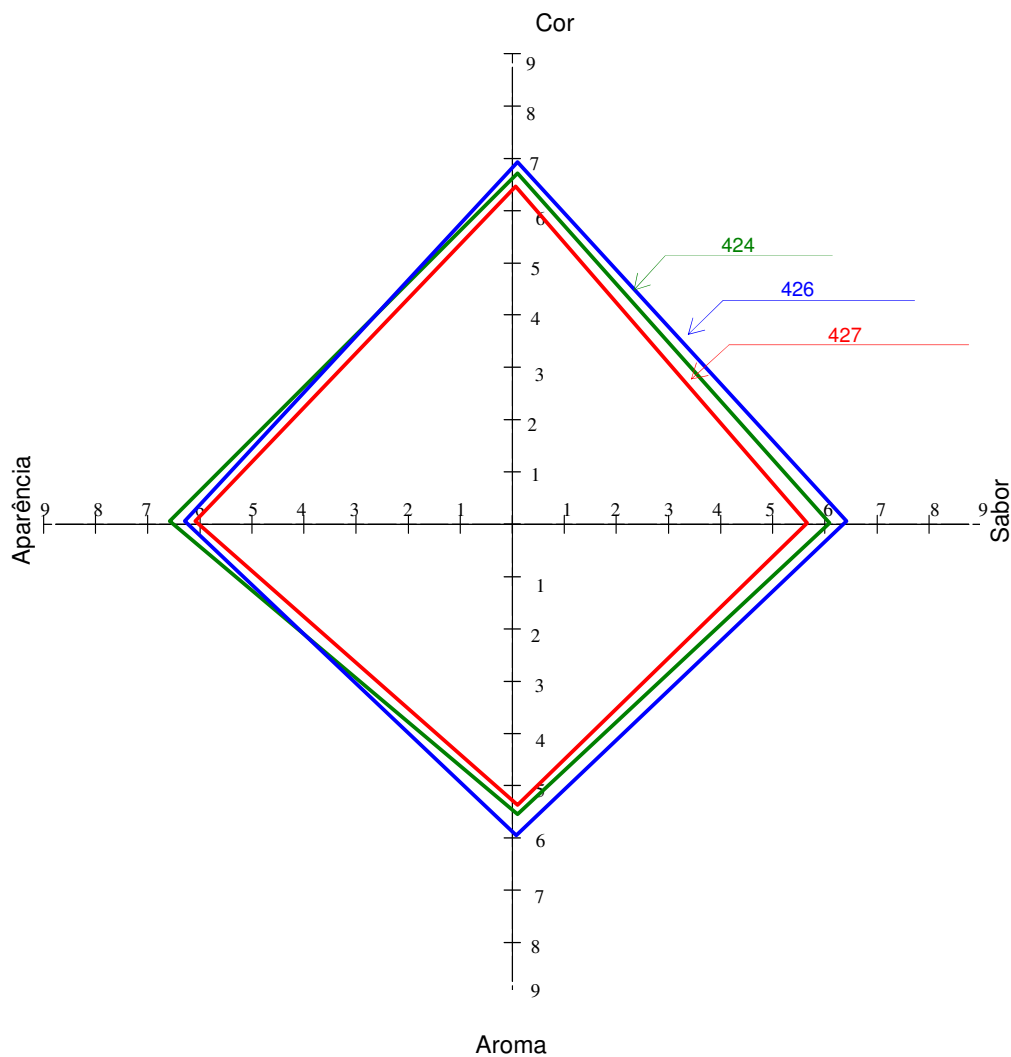


- * 514 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 45°C
 516 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 60°C
 517- Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, com cozimento prévio e secas a temperatura de 75°C

Figura 34. Perfil sensorial obtido segundo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 50°Brix e cozimento prévio, seguidas de secagem às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, respectivamente

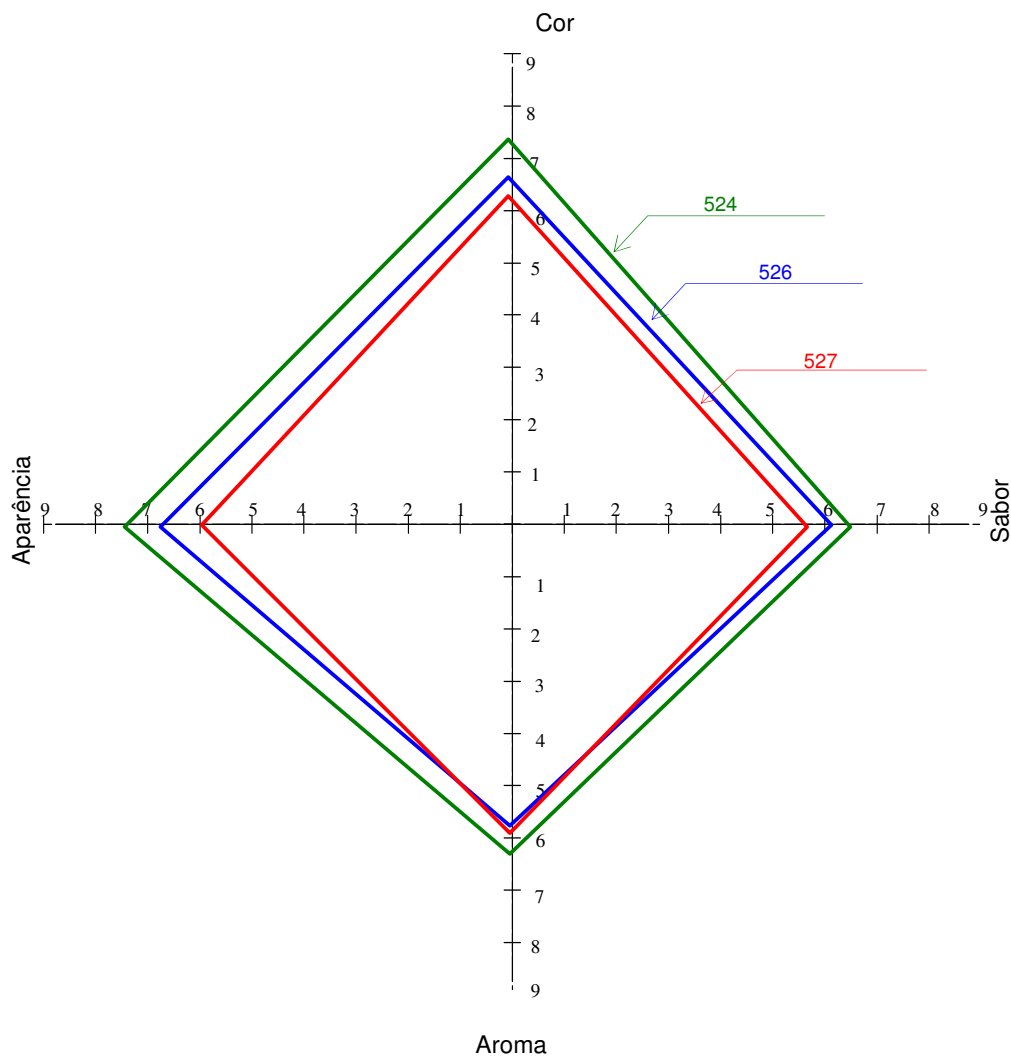
Na Figura 35 e 36 encontram-se os perfis sensoriais obtidos para as passas de jaca elaboradas com tratamento em solução de sacarose a 40°Brix e a 50 °Brix, respectivamente, sem cozimento prévio e secas em três temperaturas 45, 60 e 75 °C.

Seguindo a linha das observações feitas para as passas que passaram pelo processo de cozimento, feitas anteriormente, percebe-se pela Figura 35 que existe também uma maior aceitação, entre as passas sem cozimento e elaboradas com pré-secagem osmótica a 40°Brix, por aquelas secas em temperaturas mais amenas, em que a maior média obtida para aparência foi para a passa seca a 45° C e para a cor, sabor e aroma, a maior aceitação foi para a passa seca a 60 °C. No entanto, quando se observa as passas elaboradas em solução osmótica de 50°Brix, sem cozimento prévio (Figura 36), percebe-se que não ocorreu preferência semelhante a que foi obtida nas passas elaboradas a 50°Brix com cozimento prévio e sim, o contrário, houve preferência para passas elaboradas em temperaturas mais amenas. Este fato pode ser justificado pelos comentários contidos nos formulários, Alguns faziam menção ao fato de a passa estar muito dura, ser difícil de morder, enquanto outros não conseguiam mastigar, houve até quem dissesse que estava queimada. Estes fatos também foram observados durante os ensaios e durante a preparação das amostras para análise. Aquelas que possuíam maior teor de sólidos solúveis e foram submetidas a secagem a 75 °C, foram caramelizadas no entanto, as que foram pré-cozidas ganharam em aparência e textura, pois continuavam tenras enquanto que aquelas que não foram pré-cozidas adquiriram uma consistência dura, aparência vítrea e com traços de açúcar queimado, daí a preferência por aquelas obtidas por secagem a 45 °C.



* 424 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 45°C
 426 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 60°C
 427 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 40 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 75°C

Figura 35. Perfil sensorial obtido segundo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 40 °Brix, sem cozimento prévio, seguidas de secagem às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, respectivamente



- * 524 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 45°C
 526 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 60°C
 527 - Passa elaborada com tratamento osmótico a 50 °Brix, sem cozimento prévio e secas a temperatura de 75°C

Figura 36. Perfil sensorial obtido segundo teste de aceitação para passa de jaca com pré-secagem osmótica em xarope de sacarose a 50 °Brix, sem cozimento prévio, seguidas de secagem às temperaturas de 45, 60 e 75 °C, respectivamente.

Analisando todas as passas obtidas, entre os doze tratamentos (2 soluções de °Brix X 2 tratamentos térmicos pré-secagem X 3 temperaturas de secagem), concluiu-se que a maior aceitação foi atribuída à passa de jaca elaborada com pré-secagem

osmótica em xarope de sacarose a 40°Brix, com cozimento prévio e seguida de secagem à temperatura de 45 °C.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos com a secagem da jaca elaborada a partir de uma desidratação osmótica com 40 e 50 °Brix para as caracterizações físico-químicas e sensoriais e para as curvas de secagem usando-se as equações propostas por Fick, Cavalcante Mata, Page e Thompson, concluir-se que:

Os teores de açúcares redutores e totais aumentaram mais nas passas elaboradas no tratamento T3 (50 °Brix; com cozimento; 45 °C), e os açúcares não-redutores com tratamento T7 (50 °Brix; com cozimento; 60 °C) em virtude do fato de que o tratamento térmico com o cozimento conserva mais os açúcares do produto.

Os parâmetros físico-químicos pH, teor de água e sólidos solúveis totais (°Brix), das jacas-passas foram semelhantes aos encontrados na literatura.

As cinzas de todas as amostras analisadas foram iguais, estatisticamente.

A solução a 40 °Brix proporcionou perda de um conteúdo de água inicial de 68,5% b.u para 43% b.u. A maior perda de água para um mesmo período de desidratação de 2600 min (tempo aproximado de 43 h) foi obtida com a solução a 50 °Brix em que seu teor de água baixou de 68,5% b.u para 40,2% b.u. Para os dois tratamentos, a maior perda de água ocorreu até os 400 min iniciais da desidratação.

As equações propostas por Page, Cavalcanti Mata e Thompson, representam muito bem os dados experimentais de secagem da passa de jaca, com coeficientes de determinação superiores a 99%, cujos maiores valores foram 99,68, 99,98 e 99,90%, respectivamente. A equação que melhor se ajustou aos dados experimentais foi a proposta por Cavalcanti Mata.

Na equação proposta por Fick com três termos, o coeficiente de determinação variou entre 92,03 e 99,24%, o que não representa bem os dados experimentais de secagem da jaca.

Sensorialmente, a melhor aparência e a melhor cor foram as da jaca-passa (524) elaborada com solução osmótica de 50 °Brix, sem o cozimento e secada a temperatura mais amena de 45 °C, mas nos outros atributos (sabor e aroma) a jaca-passa (414) tratada em solução de 40 °Brix, com o cozimento prévio, também secada a temperatura de 45 °C foi preferida pelos provadores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUERRE, R.J.; GABITTO, J.F.; CHIRIFE, J. Utilization of Fick's second law for the evaluation of diffusion coefficients in food process controlled by internal diffusion. **Journal of Food Technology**, n.20, p.623-629, 1985.

ALDRIGE, M.L.; MADRUGA, M.S.; FIOREZE, R.; SOARES, J. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. ed. João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 2003. 2v. 229 p.

ALMEIDA, T.C.A. de. **Análise sensorial: efeitos da memória**. 1996. 121f. Tese (Doutorado em Tecnologia de alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16°. ed. Maryland: AOAC, 1997. 1141p.

ARAÚJO, E.A.F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus pérsica*)**. 2005. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química de processamento de alimentos**. 2°. ed. São Paulo: Varela, 1992, p.121-122.

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

BRENNAN, J.G.; WANG, N.A. A mathematical model of simultaneous heat and moisture transfer during drying of potato. **Journal of Food Engineering**. v.24, p.47-60, 1980.

BRUNINI, M.A, DURIGAN, J.A; OLIVEIRA, A.L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'tommy-atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.651-653, 2002.

CARVALHO, R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990, 121p.

CASTRO, F.A.F.; AZEVEDO, R.M.C.; SILVEIRA, I.L. **Estudo experimental dos alimentos**. Viçosa, Ed. UFV, p.7-17 p, 1998.

CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Efeito da secagem em altas temperaturas por curtos períodos de tempo em camada estacionária, sobre a armazenagem de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade "carioca"**. 1997. (Tese de doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de Alimentos**. Heloísa Máscia Cecchi.-2º. ed.rev. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CHEN, H.C.; CHEN, C.S. Effects of dehydration on volume contraction in mushrooms. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v.19, p.97-99, 1974.

CHITARRA, M.I; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.ver. ampl. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2005. 785p.

CHAVES, J.B.P. **Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993, 31p.

CRANCK, J. **The mathematics of diffusion**. Pergamon Press, Oxford, 1975.

EI-AQUAR, A.A.; MURR, F.E.X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, nº. 1, 17 p. Campinas, jan./abr. 2003.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**. 2004. 248 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Departamento de Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FAVA, A.R. FEA é a referência em melhoria de alimentos. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2004/ju249pag4a.html>
Jornal da Unicamp. Acesso em 10/10/2006.

FIGUEROA, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora Universitária, 2004. 229p.

FIGUEROA, R. **Introdução à Transferência de calor e massa**. João Pessoa: Editora Universitária, 2004. 118p.

GEOCITIES. **JACA**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/atine50/frutas/jaca.htm>> Acesso: 28 maio de 2006.

GIRALDO-ZUÑIGA, A.D.; ARÉVALO-PINEDO, A.; RODRIGUES, R. M.; LIMA, C.S.S.; FEITOSA, A.C. **The air drying behavior of osmotically dehydrated for jackfruit (*Artocarpus Integrifolia*) slices**. Drying 2004 – Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004).São Paulo, Brazil, 22-25 August 2004, vol. C, p. 2120-2126.

GOMES, R.P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1977. 448p.

GOMEZ, M.L P.A.; LAJOTO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. **Evolução dos açúcares solúveis durante o amadurecimento do mamão e sua correlação com o adoçamento**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE

ALIMENTOS, 17, 2000, Fortaleza. Resumo: Alimentos para o terceiro milênio. CBCTA, 2000. v. 2, ref. 5.95.

GOUVEIA, J.P.G. de **Avaliação da cinética de secagem do gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe)**. 1999. (Tese de doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

GRIZOTO, R.K.; MENEZES, H.C. Avaliação da aceitação de “chips” de mandioca. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 (supl), p.79-86, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1, 1985, 553 p.

KEEY, R.B. **Drying: principles and practice**. Oxford, 1972.

LABUSA, T.P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**. v.34, n.4, p.34-40, 1980.

LABUZA, T.P.; TANNEMBAUM, S. R.; KAREL, M. Water content and stability of low and intermediate moisture. **Moisture Food Technology**, n.24, p.543, 1972.

LEVI, G.; KAREL, M. Volumetric shrinkage (collapse) in freeze-dried carbohydrates above their glass transition temperature. **Food Research International**. v.28, n.2, p.145-151, 1995.

LEWIS, W.K. The rate of drying of solids materials. **The Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v.13, n.5, p.427432, 1921.

MARQUES, L.F. **Processamento do pedúnculo do caju em avançado estágio de maturação pela desidratação osmótica e secagem para elaboração de passas de caju**. 2006.105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MARTINS, C.R.; TAVARES, J.C.; VASCONCELOS, G.C. de. **Pós colheita de frutas de clima temperado – Parâmetros de acompanhamento da maturação** – UFPEL, 2005. Disponível em: < <http://minerva.ufpel.edu.br/~giucle/fc1.doc> >. Acesso em 03/01/06.

MAYOR, L.; SERENO, A.M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**. v.61, p.373-383, 2004.

MAZZA, G.; LE MANGUER, N. Dehydration of onion: some theoretical and practical considerations. **Journal of Food Technology**. v.15, p.181-194, 1980.

MENON, A.S.; MUJUMDAR, A.S. Drying of solids: principles, classification and selection of dryers. In: MUJUMDAR, A.S. **Handbook of Industrial Drying**. New York: Marcel Dekker Inc., cap. 9, p. 295-326, 1987.

MINISTERIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE POLÍTICA DE SAÚDE E COORDENAÇÃO-GERAL DA POLÍTICA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO.

Alimentos regionais brasileiros. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 140p. Disponível em: <www.saude.gov.br/alimentacao> Acesso: 23 jun.2006

MORI, E.E.M. Noções gerais sobre qualidade. In: MORI, E.E.M. **Métodos sensoriais e físicos para avaliação de alimentos e bebidas.** Princípios e aplicação. ed. Campinas: ITAL 1982.cap.1.

OLIVEIRA, J.R. de. **Desenvolvimento de uma bomba de calor para secagem de produtos termosensíveis: sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade “carioca”.** 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PAGE, G.E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers.** Lafayette, Mechanical Engineering Department. Dissertação de Mestrado, 1949.

PARRY, J.L Mathematical modeling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying: A review. **Journal of Agricultural Engineering Researches**, v. 32, p. 1-29, 1985.

PARK, K.J. **Estudo comparativo do coeficiente de difusão sem e com encolhimento durante secagem.** Campinas, 1987, 54p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

PINTO, L.A.A.; TOBINAGA, S. **Modelos de secagem em camada fina de alimentos: uma revisão da literatura.** Vetor, Rio Grande, n.6, p.33-49, 1996.

PUZZI, D. **Manual de armazenamento de grãos – Armazéns e silos.** Ed. Agronômica. Ceres, São Paulo, 1977.

QUEIROZ, M.R. **Estudo teórico-experimental da cinética de secagem de bananas.** Campinas, 1994, 119f. Dissertação (Mestrado Faculdade de Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas.

RAOULT-WACK, A.L.; LENART, A.; GUILBERT, S. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science e Technology**, n.5, p.255-260, 1994.

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

SARAVACOS, G.; DOUZAS, A.; MAROUSIS, S.; KOSTAROUPOLUS, A. Effective thermal and moisture diffusivities of granular starchs, In: DRYING 89. New York; Ed. **Arum S. Mujundar and Michel A. Roques, Hemisphere Publishing Company**, 314-319, 1989.

SEAGRI. CULTUR- JACA. Disponível em: <<http://www.bahia.ba.gov.br/seagri/jaca.htm>> Acesso: 15 set. 2006.

SILVA, J. de S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, M.G. Instituto Maria, 1995, 509 p.

SILVEIRA, P.L. **Estudo da elaboração de passas de polpa, aproveitamento dos caroços e resíduos da jaca (*Artocarpus heterophyllus*)**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SOUSA, S. de. **Desenvolvimento experimental de passa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SOUZA FILHO, M.S.M., LIMA, J.R., SOUZA, A.C.R.; FIGUEIREDO, R.W. de; MAIA, G.A. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n.2, p.211-213, 1999.

TODA FRUTA. CULTURA – JACA . Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso: 10 jul. 2006.

TODA FRUTA. Frutas desidratadas. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso: 20 set. 2006.

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

TREYBAL, R.E. **Drying**: In: Mass Transfer Operations. New York, McGraw-Hill, p.569-575, 1963.

VACCAREZZA, L.M.; LOMBARDI, J.L.; CHIRIFE, J. Kinetics of moisture movement during air drying of sugar beet root. **Journal of Food Technology**, n.9, p.317-327, 1974.

VASCONCELOS, P.M.; MONTE, A.L.; MESQUITA, P.C.; TIMBÓ, F.J.E.; PAIVA, C.T. de. **Estudo preliminar da estabilidade do doce em calda de jaca e doce em pasta de batata doce e mamão-com-coco produzido na região de Tianguá, Ceará**. In: Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos., 17., 2000, Fortaleza. Resumo: Alimentos para o terceiro milênio. CBCTA, 2000. v. 1, ref. 3.129.

VAN ARSDEL, W.B. **Drying phenomena**. In: VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J.; MORGAN Jr, A. I. Food Dehydration. 2a. ed., Westport, AVI Publishing Co., v.1, cap.3, p.22-57, 1973.

VICTOR MANUEL, L. R.; OCA, M. M. MONTES de; GOMÉZ, B. T. Deshidratación de la pulpa de jaca (*Artocarpus heterophyllus*). Instituto Tecnológico de Tepic. Tepic, Nay. 2006.

WANG, N.; BRENNAN, J.G. Changes in structure, density and porosity of potato during dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.24, n.1, p.61-76, 1995.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)