

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**CÍNTIA KRÜGER
MAYARA TRAMONTIN DALAGNOL**

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA COMO TRATAMENTO
PRELIMINAR NA SECAGEM DE ABACAXI (*Ananas comosus* L.
Merril) VARIEDADE Smooth Cayenne**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO
2014**

**CÍNTIA KRÜGER
MAYARA TRAMONTIN DALAGNOL**

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA COMO TRATAMENTO PRELIMINAR
NA SECAGEM DE ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merrill) VARIEDADE
*Smooth Cayenne***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Dr. Edimir Andrade Pereira
Coorientador: Dra. Raquel Dalla Costa da Rocha

FOLHA DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA COMO TRATAMENTO PRELIMINAR NA SECAGEM DE ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merrill) VARIEDADE *Smooth Cayenne* foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora de 06 de Agosto de 2014.

Fizeram parte da banca os professores:

Edimir Andrade Pereira

Raquel Dalla Costa da Rocha

Daiane Pereira.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, presença incontestável e demonstração de amor gratuito e infinito.

Aos nossos pais que nos conduziram a uma formação pautada pela humildade, respeito, princípios morais e honestidade. Exemplo de seres humanos vencedores, perseverantes e de muita fé, tenham a certeza de que esta etapa que se conclui seria impossível sem a participação de vocês.

Em especial ao Professor Dr. Edimir Andrade Pereira pela paciência e dedicação no trabalho de orientação.

À Professora Dra. Raquel Dalla Costa da Rocha pela confiança e credibilidade em nos coorientar.

Ao pessoal do LAQUA pelo apoio nas análises, em especial a Roberta Roncatti e a Camila Diedrich pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos.

Agradecer quem desde o início até o fim da nossa jornada acadêmica esteve ao nosso lado, nos encorajando, ajudando, motivando para que este e muitos outros trabalhos fossem concluídos com êxito, em especial Juliana Berlato, Marizandra Zanatta, Rafaelly Simionatto Pinheiro e a Izabelly Menino Melo, que mesmo longe sempre se fizeram presentes.

Ao Luis Gustavo Bagatini, por toda ajuda prestada, companheirismo, motivação e toda a paciência desde o começo.

Eu faço da dificuldade
A minha motivação
A volta por cima
Vem na continuação
O que se leva dessa vida
É o que se vive
É o que se faz (CHORÃO)

RESUMO

KRÜGER, Cíntia; DALAGNOL, Mayara. T. Desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem de abacaxi (*Ananas comosus* L. MERRIL) variedade *smooth cayenne*. 2014. 57 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

Nesta pesquisa realizou-se o estudo da secagem do abacaxi em rodela (*Ananas comosus* L. Merrill), variedade *smooth cayenne*, com e sem pré-tratamento osmótico, utilizando um secador de bandejas com convecção forçada. A desidratação osmótica, seguida de secagem, foi realizada em diferentes concentrações de solução de sacarose (30 e 45 °Brix), nas temperaturas de secagem de 60 e 70 °C. Determinou-se a caracterização físico-química do produto desidratado, através das análises do teor de umidade, fibras, proteína, acidez total titulável, pH, e açúcares totais. Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais e termotolerantes, *salmonella* sp, mesófilos, bolores e leveduras. A partir dos dados obtidos de perda de massa foram construídas curvas de secagem e analisada a influência do agente osmótico e da temperatura. Os dados experimentais foram ajustados a um modelo exponencial. Em relação a qualidade do produto final, as frutas secas pré-tratadas osmoticamente apresentaram menor alteração na cor, as características nutricionais foram preservadas e boa estabilidade microbiológica.

Palavras-chave: Cinética. Secador. Conservação.

ABSTRACT

KRÜGER, Cíntia; DALAGNOL, Mayara. T. Osmotic dehydration as pretreatment in drying of pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) *smooth cayenne* variety. 2014. 57 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

This research was conducted to study the drying of sliced pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill), *smooth cayenne* variety, with and without osmotic pretreatment, using one of badejas dryer with forced convection. Osmotic dehydration and drying was performed at different concentrations of sucrose solution (30 and 45 ° Brix), the drying temperatures of 60 and 70C. Determined the physicochemical characterization of the dehydrated product, through the analysis of, moisture, fiber, protein, total acidity, pH, and total sugars. Microbiological analysis of total and fecal coliforms, *Salmonella* sp, mesophiles, yeasts and molds were made. The data obtained from the mass loss by drying curves were constructed and analyzed the influence of osmotic agent and temperature. The experimental data were fitted to an exponential model Regarding the quality of the final product, the pretreated dried fruits osmotically showed less change in color, the nutritional characteristics were preserved and good microbiological stability.

Keywords: Kinetics. Dryer. Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Protótipo de Desidratador Estilo “Bandeja” Fonte: Adaptado de Manual Técnico de Desidratação de Frutas e Hortaliças.....	19
Figura 2 – Abacaxi Desidratado a 70 °C com Calda de 45 °Brix.....	25
Figura 3 – Abacaxi desidratado.....	35
Figura 4 – Curva de Secagem de Abacaxis Sem Pré-Tratamento Osmótico, nas Temperaturas de 60 e 70 °C.....	37
Figura 5 – Gráfico Adimensional de Umidade Versus Tempo Utilizando uma Calda de Concentração de 30° Brix.....	32
Figura 6 – Cinética de Secagem de Abacaxi em Diferentes Temperaturas e Com Concentração 45 °Brix.....	33
Figura 7 – Gráfico Adimensional de Umidade Versus Tempo na Temperatura de 70 °C.....	34
Figura 8 – Adimensional de Umidade Versus Tempo na Temperatura de 60 ° C....	36.
Figura 9 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 °C com Tratamento de 30% de Calda.....	38
Figura 10 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 ° C e Sem Tratamento.....	38
Figura 11 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 ° C e Sem Tratamento.....	39
Figura 12 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 °C Com Tratamento de 30% de Calda.....	39
Figura 13 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 ° C Com Tratamento de 45% de Calda.....	40
Figura 14 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 ° C Com Tratamento de 45% de Calda.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição de Alimentos por 100 Gramas de Parte Comestível: Centesimal, Minerais, Vitaminas E Colesterol.....	13
Tabela 2 – Produção Brasileira de Abacaxi em 2010.....	14
Tabela 3 - Participação dos Principais Países na Produção Mundial de Abacaxi em 2010.	14
Tabela 4 - Valores de umidade dos abacaxis antes das secagens.....	24
Tabela 5 - Resultado das Análises Físico-Químicas da Amostra <i>in natura</i> e do Abacaxi Desidratado.....	26
Tabela 6 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras <i>in natura</i> do Abacaxi.....	28
Tabela 7 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras do Abacaxi Desidratado à 60 °C.....	28
Tabela 8 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras do Abacaxi Desidratado à 70 °C.....	28
Tabela 9 - Parâmetros Obtidos Através do Ajuste ao Modelo Exponencial.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 ABACAXI.....	12
3.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	15
3.3 SECAGEM	17
3.4 FRUTAS DESIDRATADAS	18
3.5 CURVAS DE SECAGEM.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	211
4.1 RECEPÇÃO E SELEÇÃO.....	21
4.2 LAVAGEM.....	22
4.3 DESCASCAMENTO	22
4.4 CORTE.....	22
4.5 BRANQUEAMENTO.....	22
4.6 PESAGEM.....	22
4.7 SOLUÇÃO OSMÓTICA.....	22
4.8 DRENAGEM.....	22
4.9 SECAGEM.....	22
4.10 ANÁLISES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.10.1 Físico-Químicas	Erro! Indicador não definido.3
4.10.2 Microbiológicas.....	Erro! Indicador não definido.4
4.11 CURVAS DE SECAGEM.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.4
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	266
5.1 PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO.....	26
5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	28
5.3 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA.....	30
5.4 AVALIAÇÃO DA SECAGEM NOS FRUTOS DE ABACAXI COM E SEM PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO	31
5.4.1 Curvas de Secagem – Influência da Temperatura	31

5.4.2 Curvas de Secagem – Influência da Solução Osmótica.....	35
5.4.3 Modelagem Matemática	37
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	423

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos houve um aumento na preocupação com a qualidade da saúde e com isso cresceu o consumo de frutas, tanto *in natura* como processadas, tornando-se de grande importância na indústria, pois podem ser utilizadas como ingredientes na formulação de diversos alimentos, tais como produtos de confeitaria, sorvetes, sobremesas congeladas, cereais, saladas de frutas e iogurtes (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001), surgindo novos produtos com combinações harmônicas de texturas, aromas e sabores.

Dentre as frutas processadas, o abacaxi desidratado pode constituir matéria-prima alternativa para diversas preparações alimentícias. Em todos esses casos é desejável que a cor, o aroma e o sabor dos frutos sejam mantidos o mais próximo possível do original, preferencialmente sem a utilização de aditivos (MALTINI, 1993).

No encadeamento desse assunto, o desenvolvimento e o emprego de tecnologias adequadas à melhor conservação das frutas e de suas características qualitativas são de excessiva importância, uma vez que, ampliam o tempo de vida do produto, facilitam o armazenamento e o transporte (VASCONCELOS, 2000).

A desidratação osmótica, processo usado para a remoção parcial da água dos alimentos, consiste na sua imersão em solução com alta pressão osmótica e baixa atividade de água (RAOULT-WACK, 1994).

O processo de desidratação osmótica apresenta um baixo consumo de energia devido a ausência de mudança de fase (RAOULT-WACK, 1994; RASTOGI et al., 2002). Este tratamento está sendo empregado na redução da atividade de água dos alimentos, inibindo o crescimento microbiano (RASTOGI et al., 2002) e reduzindo o escurecimento enzimático.

A secagem é uma das técnicas tradicionais de conservação de alimentos mais utilizadas. Consiste na redução da disponibilidade de água para o desenvolvimento de microrganismos e para reações bioquímicas deteriorativas. Apresenta a vantagem de ser simples e permitir a obtenção de produtos com maior vida de prateleira. Além disso, o processo envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. Em alguns casos, a desidratação apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior

variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra, como é o caso das frutas secas (PARK et al., 2002).

A secagem convencional com ar quente utiliza a transferência de calor e de massa também com mudança de fase. Os fatores que governam os mecanismos de transferência determinam a taxa de secagem. Esses fatores são a pressão de vapor do material e do ar de secagem, a velocidade e temperatura do ar, a difusão da água no material, a espessura do material e a área superficial do material exposta ao ar de secagem (BOEIRA et al., 2007).

As frutas desidratadas não perdem suas propriedades nutricionais. Os carboidratos, fibras, vitaminas e minerais ficam mais concentrados e, por isso, são fornecidos em abundância. Porém, alguns nutrientes termossensíveis, como a vitamina C, são perdidos durante o procedimento de retirada da água. Além disso, muitas frutas desidratadas osmoticamente recebem açúcar refinado para aumentar o tempo de conservação. Isso, conseqüentemente, eleva bastante seu valor calórico (TINOCO, 2010).

No que se refere ao processamento industrial, seja em grande ou pequena escala, há a necessidade de desenvolver tecnologias que contribuam para minimizar os efeitos adversos provocados nos alimentos pelo processamento, de forma a atender a crescente exigência por produtos de melhor qualidade por parte dos consumidores (TORREGIANNI, BERTOLO, 2001).

Uma vez que, o comércio de frutas frescas muitas vezes é limitado por sua perecibilidade, distância do mercado, produção concentrada em uma determinada época do ano, má conservação das estradas, alto custo do transporte refrigerado, inexistência de uma cadeia ininterrupta de frio, entre outros. A possibilidade de consumo durante todo o ano e a praticidade de uso, quando se trata de frutas conservadas por processos como desidratação, com conseqüente aumento da vida de prateleira e da redução do volume a ser transportado, além de facilitar a exportação de alguns produtos, busca-se estudar e formular um produto com boa aceitação comprovada por teste sensorial (RODRIGUES, 2004).

Baseado no que foi exposto, neste trabalho foram estudadas alternativas para obtenção de abacaxi desidratado mediante processo de pré-tratamento osmótico e desidratação em estufa em diferentes temperaturas e soluções de sacarose.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a influência da desidratação osmótica na secagem de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) variedade *Smooth Cayenne*, avaliando a cinética de secagem e a qualidade do produto final.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar o abacaxi mediante análises físico-químicas e microbiológicas antes e após o processo de secagem;

Determinar a influência da solução de sacarose em concentrações e temperaturas distintas de processamento;

Estudar a cinética de secagem convectiva do abacaxi desidratado osmoticamente na melhor condição.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ABACAXI

Originário do Brasil, o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene da família Bromeliácea, com caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem folhas estreitas, compridas e resistentes, quase sempre margeadas por espinhos e dispostas em rosetas. A planta adulta, das variedades comerciais, tem de 1,0 a 1,2 m de altura e 1 a 1,5 m de diâmetro. No caule insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e depois o fruto (NASCENTE et al., 2005).

Na escolha da variedade deve-se levar em conta o destino da produção (consumo *in natura* ou indústria). As cultivares mais conhecidas no Brasil são: Pérola ou Branco de Pernambuco, *Smooth Cayenne*, Perolera e Primavera.

Smooth Cayenne é a cultivar mais plantada no mundo, correspondendo a 70% da produção mundial, conhecida também por abacaxi havaiano. É uma planta robusta, de porte semiereto e folhas praticamente sem espinhos. O fruto tem formato

cilíndrico, com peso entre 1,5 e 2,0 quilos, apresenta coroa relativamente, pequena (NASCENTE et al., 2005).

A variedade de abacaxi *Smooth Cayenne* é a preferida para o mercado externo e para a industrialização, principalmente na fabricação de compotas (fatias em calda). O fruto tem aparência atraente, formato ligeiramente cilíndrico, apresentando casca de cor amarelo-alaranjada quando maduro, polpa amarela e rica em açúcares (13 a 19 °Brix), com acidez maior que as demais cultivares; essas características a tornam adequada para a industrialização e a exportação como fruta fresca (DIONELLO et al., 2009).

Cada planta produz um único fruto saboroso e de aroma intenso. O fruto é utilizado tanto para o consumo in natura quanto na industrialização, em diferentes formas: pedaços em calda, suco, pedaços cristalizados, geleias, licor, vinho, vinagre e aguardente. Como subproduto desse processo industrial pode-se obter ainda: álcool, ácidos cítrico, málico e ascórbico; rações para animais e a bromelina. A bromelina é uma substância de alto valor medicinal, trata-se de uma enzima muito utilizada como digestivo e anti-inflamatório. Na culinária, o suco de abacaxi é utilizado para o amaciamento de carnes. Além disso, os frutos do abacaxi são ótimas fontes de cálcio, vitaminas A, B e C (NASCENTE et al., 2005).

O abacaxi é rico em nutrientes, a composição está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição de Alimentos por 100 Gramas de Parte Comestível: Centesimal, Minerais, Vitaminas E Colesterol.

(continua)

Parâmetros	Valor Nutricional
Umidade (%)	86,3
Fibra Alimentar (g)	1
Energia (kcal)	48
Proteínas (g)	0,9
Ferro (mg)	0,3
Lipídeos (g)	0,1
Tiamina (mg)	0,17
Colesterol (mg)	NA
Carboidrato (g)	12,3
Cálcio (mg)	22
Potássio (mg)	131

Tabela 2 – Composição de Alimentos por 100 Gramas de Parte Comestível: Centesimal, Minerais, Vitaminas E Colesterol.

(conclusão)

Parâmetros	Valor Nutricional
Cinzas (g)	0,4
Piridoxina (mg)	TR
Sódio (mg)	TR
Magnésio (mg)	18
Riboflavina (mg)	0,02
Cobre (mg)	0,11
Niacina (mg)	TR
Manganês (mg)	1,62
Fósforo (mg)	13
Zinco (mg)	0,1
Vitamina C (mg)	34,6
Retinol (µg)	NA

NA: Nenhuma Análise TR:Taxa Referencial

Fonte: TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2011.

O fruto é de extrema importância econômica para o Brasil, o qual se destaca por seu amplo número de produção tanto nacionalmente quanto no internacionalmente, conforme apresentado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 3 – Produção Brasileira de Abacaxi em 2010.

Região Fisiográfica	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (mil frutos)	Rendimento Médio (frutos/ha)	Participação na Produção (%)
Norte	14.435	349.613	24.220	23,78
Nordeste	22.001	594.328	27.014	40,42
Sudeste	16.424	404.739	24.643	27,53
Sul	902	16.114	17.865	1,10
Centro-Oeste	4.745	105.597	22.254	7,18
Brasil	58.507	1.470.391	25.132	100,00

Fonte: EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2010.

Tabela 4 - Participação dos Principais Países na Produção Mundial de Abacaxi em 2010.

Países	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (t/ha)
Filipinas	58.549	2.169.230	37,05
Brasil	54.069	2.120.030	39,21
Costa Rica	45.000	1.976.760	43,93
Tailândia	93.312	1.924.660	20,63
China	57.327	1.519.072	26,5
Outros	598.311	9.708.726	16,23
Mundo	906.568	19.418.478	21,42

Fonte: EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2010.

3.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Mannheim et al. (1994) apontam como uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e conservados, a quantidade de água livre presente neles. A diminuição da atividade de água pode ser obtida com a desidratação da fruta e/ou hortaliça, conseqüentemente contribuindo para a conservação e uso prolongado destas. Dos diversos processos para a conservação dos alimentos já em uso, a secagem é, sem dúvida, um dos mais antigos (ANDRADE et al., 2003).

Várias são as vantagens da desidratação osmótica, dentre as quais se destaca a redução do peso da fruta ou hortaliça de 50 a 80%, o que acarreta melhor conservação do produto e menor custo de armazenamento. Com essa técnica já são elaborados produtos de alta qualidade, usados para exportação como as tâmaras e uva-passa (GOMES et al., 2007).

A técnica consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais, levando a dois fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (TORREGGIANI, 1993).

A sacarose é formada por uma unidade α -D-glicopiranosídeo e outra β -D-frutofuranosídeo, unidas pelos extremos redutores, constituindo, portanto, um açúcar não redutor. Como a maioria dos carboidratos de baixa massa molecular,

caracteriza-se pela alta capacidade hidrofílica e alta solubilidade, podendo formar soluções altamente concentradas que não necessitam aditivos antimicrobianos para manter-se em boas condições microbiológicas. Estas características conferem-lhe, ainda, propriedades como umectante e conservante (BE MILLER; WHISTLER, 2000).

A sacarose é considerada um ótimo propulsor osmótico, particularmente quando a desidratação osmótica é usada como uma etapa preliminar à secagem, devido à prevenção do escurecimento enzimático e a perda de aromas. Esta prevenção ocorre pelo fato de existir uma camada do dissacarídeo, formada na superfície do produto desidratado, que forma uma barreira ao contato com o oxigênio, impedindo assim o escurecimento enzimático ou minimizando-o, além da ótima influência sobre a conservação de substâncias aromatizantes do alimento. A desidratação osmótica em soluções de sacarose também pode prevenir perda de nutrientes como já constatado em abóboras, onde o pré-tratamento osmótico em solução de sacarose (60%, p/p) melhorou a retenção de carotenóides durante a secagem convectiva (MAURO et al, 2005).

Entre os benefícios desta técnica esta no aumento das taxas de perda de água pelo fruto permitindo atingir um alto grau de desidratação, e a aceleração da difusão de água do alimento que conseqüentemente reduz o tempo total de processo (FITO, 1994).

Segundo Shi & Fito (1995), o fato de manter a duração da desidratação osmótica a mais curta possível, contribui para a obtenção de frutas desidratadas de boa qualidade. Essa tecnologia proporciona maior retenção de vitaminas, intensificação do flavor e estabilidade na cor, como relatado por El-aquar e Murr, (2002).

A grande limitação do processo de desidratação osmótica tem sido de estabelecer um processo em que essa tecnologia simples possa ser usada de forma a não gerar resíduos e sim co-produtos, em sistema que permita seu uso comercial para pequenos produtores rurais, com níveis baixos de investimento, gerando produtos de boa qualidade e preços competitivos (GOMES et al., 2007).

Gomes et al. (2007 apud Falcone e Suazo, 1988, p. 17/35) compartilha deste ponto de vista ao afirmar “em países como o Brasil onde, além da grande variedade de frutas, existe ampla disponibilidade de açúcar de cana, o processo osmótico pode tornar-se uma alternativa promissora”.

Como por exemplo, o aproveitamento da calda, gerada na desidratação pelo açúcar com produção de licores, vinagre e álcool, como proposto no artigo, é uma alternativa barata, acessível e eficiente, que possibilita a redução das perdas pós-colheita e o aumento do valor agregado final para as frutas e verduras produzidas nas propriedades (GOMES et al., 2007).

3.3 SECAGEM

Park et al. (2006 apud Keey, 1972, p. 358) compartilha deste mesmo pensamento que “ a secagem durante muitos séculos foi realizada com métodos totalmente sem técnica. Durante a Revolução Industrial na França foi descrita uma das primeiras técnicas de secagem de papel em folhas em uma sala com circulação de ar. Um século depois, outra técnica foi descrita em Londres na “Grande Exibição”, também para a secagem de papel em cilindros aquecidos. Leite e vegetais também eram secos através de um pequeno aquecimento. Fornos simples eram usados para a secagem de amido e porções de sal. A partir daí uma série de novos métodos de secagem foram surgindo, devido à crescente necessidade de métodos mais eficientes e rápidos”.

Apesar desta evolução na arte da secagem, métodos complexos de secagem começaram a ser propostos só no fim do século 19, como por exemplo, patentes de secador a radiação térmica e secador à vácuo. Estas inovações foram gradualmente sendo proliferadas e incorporadas pela indústria (PARK, 2006).

As operações de desidratação ou secagem são importantes nas indústrias de processos químicos e alimentícios, e seu objetivo básico é a remoção, total ou parcial, da água para um nível em que o crescimento microbiano seja minimizado. A grande variedade de alimentos desidratados (misturas, sopas, frutas, verduras, entre outros) e a crescente preocupação em reunir as especificações de qualidade e de energia, enfatizam a necessidade de um completo entendimento da operação de secagem (VAGENAS *et al.*, 1990).

Portanto, as informações contidas nas curvas de secagem são de fundamental importância para o desenvolvimento de processos e para o dimensionamento de equipamentos. Com elas pode-se estimar o tempo de secagem

de certa quantidade de produto e com isso ser feito o planejamento de produção. Com o tempo necessário para a produção estima-se o gasto energético, que refletirá no custo de processamento, que por sua vez influenciará no preço final do produto. No dimensionamento de equipamentos podem-se determinar quais as condições de operação para secagem e com isso a seleção de trocadores de calor, ventiladores, etc.(VILELA et al., 2008).

Existem diversas máquinas que, de formas diferentes, executam a tarefa de desidratar alimentos, o protótipo estilo “bandeja” é um equipamento de funcionamento simples e barato, seu funcionamento consiste basicamente em utilizar apenas vaporização térmica abaixo da temperatura de ebulição da água. O ar quente provoca a evaporação da água nos alimentos e conduz para fora do sistema o excesso de umidade e assim ocorrendo a sua desidratação (ASMUS et al., 2011). Um esquema do equipamento apresentando a disposição das bandejas, a posição do ventilador, aquecimento e circulação do ar está apresentado na Figura 1.

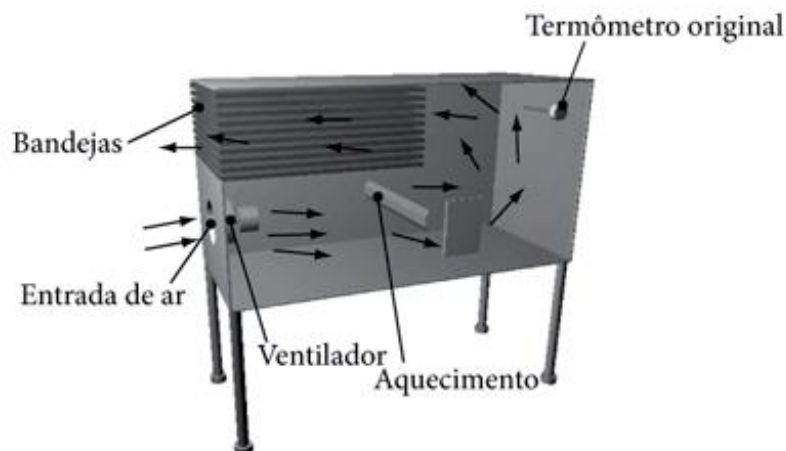


Figura 1: Protótipo de Desidratador Estilo “Bandeja”
Fonte: MELONI (2003)

3.4 FRUTAS DESIDRATADAS

As frutas desidratadas são ótimas fontes de vitaminas e minerais. Possuem alto teor calórico e aliado a uma alimentação equilibrada traz enormes benefícios à

saúde. Um bom exemplo dessa riqueza é o damasco seco, que possui duas vezes mais vitamina A, e grandes quantidades de potássio e ferro do que a fruta *in natura* (MATOS, 2007).

Existem inúmeras formas de conservação do produto, as principais são a desidratação e a dessecação. Estes se referem à remoção de água por um processo, em síntese o aumento da temperatura do produto faz com que há a evaporação da água e a circulação do ar remove a umidade que foi evaporada (LOPES, 2007).

As frutas secas, ao contrário das frescas, representam uma fonte mais concentrada de calorias, fibras, açúcar natural e alguns nutrientes; além de terem um prazo de validade muito maior, já que a água, que é a responsável pelo crescimento de microrganismos que deterioram o alimento, é retirada. As vitaminas e os minerais são nutrientes importantes para o funcionamento do corpo e para a proteção de várias doenças. Ambas são necessárias ao corpo humano e importantes para o crescimento, reparação dos tecidos e para o funcionamento orgânico (MATOS, 2007).

3.5 CURVAS DE SECAGEM

O conteúdo de umidade de determinado sólido pode ser expresso em termos de massa total, base úmida ou massa seca. Ao entrar em contato com o ar quente ocorre transferência de calor do ar para o produto, devido ao gradiente de temperatura existente entre ambos. Simultaneamente, a diferença da pressão parcial do vapor de água existente entre o ar de secagem e a superfície do produto determina a transferência de massa do produto para o ar em forma de vapor de água (NOGUEIRA, 1991).

Quando um alimento é desidratado, ele não perde água a uma velocidade constante ao longo do processo. Com o progresso da secagem, sob condições fixas a taxa de remoção de água diminui.

Segundo Murr (2005), através de curvas de secagem é possível verificar que a maior parte do processo transcorre dentro de um período de velocidade decrescente. Nota-se também que a temperatura de secagem exerce influência

sobre a velocidade de secagem em cada tipo de alimento estudado, sendo o tempo de secagem menor com o aumento da temperatura.

A forma precisa de uma curva de secagem normal varia conforme o alimento, com os diferentes tipos de secadores, e em resposta às variações das condições de secagem tais como a temperatura, a umidade, a velocidade do ar, o sentido do ar, a espessura do alimento, entre outros fatores (MELONI, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os abacaxis (*Ananas comosus* L. Merrill) variedade *Smooth Cayenne*, foram adquiridos em estado de maturação completo e com a polpa firme em um supermercado da cidade de Pato Branco e todos pertencentes ao mesmo lote de frutas.

Para o desenvolvimento dos experimentos e a construção das curvas de secagem foram necessárias etapas preliminares de lavagem, higienização, descascamento, corte e branqueamento (garantir a qualidade e evitar o escurecimento do fruto). Os abacaxis com pré-tratamento foram imersos nas suas respectivas caldas, e então foram dispostos nas bandejas do dessecador de modo que a corrente de ar passasse livremente por todos os abacaxis, determinou-se a temperatura em cada caso e foram pesados os abacaxis de cinco em cinco minutos, após a diminuição na variação do peso, aumentou-se os intervalos de quinze em quinze minutos e na sequência de trinta em trinta minutos, até que o equilíbrio fosse totalmente atingindo, demonstrando o fim da água livre e do processo de secagem.

4.1 RECEPÇÃO E SELEÇÃO

Foi observada a qualidade e o ponto de maturação das frutas. Foram selecionados os frutos maduros e firmes, realizada manualmente levando em conta fatores como cor, mancha, tamanho e o desprendimento fácil da folha do fruto.

4.2 LAVAGEM

Foi feita uma lavagem com 100 ppm de cloro por 15 minutos, em seguida foram enxaguados com água corrente 2 ppm.

4.3 DESCASCAMENTO

O descascamento foi feito de modo manual e é ele que determina o rendimento do produto. Sendo assim calculou-se o rendimento na hora de descascar, verificar quanto temos de matéria pronta e o produto final.

4.4 CORTE

Para o corte utilizou-se faca de aço inoxidável, desprezando os miolos dos frutos, os pedaços foram cortados em rodela e com a dimensão de 1 cm de espessura.

4.5 BRANQUEAMENTO

O tratamento térmico realizou-se por imersão em água fervente por 5 minutos e após resfriado em água corrente.

4.6 PESAGEM

Após o branqueamento, pesaram-se as amostras de abacaxi em uma balança de precisão.

4.7 SOLUÇÃO OSMÓTICA

As soluções utilizadas na desidratação osmótica foram preparadas com água na temperatura ambiente e agitação manual de acordo com a concentração de açúcar desejada (°Brix), em 3 proporções diferentes 30% e 45% de açúcar (sacarose). Em seguida efetuou-se a imersão do fruto na calda por 8 horas em cada calda.

4.8 DRENAGEM

Após imersão foram retirados e lavados para a remoção do excesso de açúcar na superfície e em seguida pesados.

4.9 SECAGEM

Nesta etapa ocorreu a retirada da água das frutas até que elas atingissem uma umidade entre 15 e 25%. A secagem aconteceu a temperaturas de 60 e 70 °C na desidratadora PE14 Junior (Pardal).

4.10 ANÁLISES

4.10.1 Características Físico-Químicas

A caracterização química das amostras de abacaxi foram feitas a partir de análises de pH, acidez total titulável, umidade, fibras, cinzas e proteínas, todas seguindo a metodologia sugerida por LUTZ, 2005.

4.10.1.1 pH

Cerca de 3 g das amostras de frutas *in natura* e desidratadas foram trituradas e diluídas em 10 ml de água destilada e o pH da suspensão foi determinado diretamente em pHmetro digital.

4.10.1.2 Acidez Total Titulável (ATT)

A ATT foi determinada de acordo com método da AOAC (1990), 5 g de amostra foram triturados em 50 ml de água destilada e submetido à titulação com solução de NaOH 0,1N utilizando fenolftaleína 1% como indicador.

4.10.1.3 Umidade

A determinação de umidade das amostras dos frutículos de abacaxi *in natura* e desidratados foi realizada pelo método de secagem em estufa a 105 °C.

4.10.1.4 Fibras

É determinada pelo método de Weender, a onde a amostra seca e desengordurada é submetida às digestões ácidas e básicas durante 30 minutos em cada digestão, restando as fibras, que são quantificadas por gravimetria.

4.10.1.5 Cinzas

Foi determinado por gravimetria após incineração após 550 °C por uma hora em mufla.

4.10.1.6 Proteínas

Foi determinada pelo método de Kjeldahl onde a amostra sofre uma digestão por ácido sulfúrico e catalisador, após a digestão foi feita uma destilação em destilador de nitrogênio onde ocorre a liberação da amônia que é recolhida uma solução de ácido bórico formando borato de amônia que é titulado com solução de ácido sulfúrico padronizado e assim calculado a porcentagem de proteína.

4.10.2 Características Microbiológicas

As determinações microbiológicas foram por meio de análises de bolores e leveduras, de coliformes a 45 °C (termotolerantes) e 35 °C (totais), mesófilos e *salmonella sp.* Foram realizadas logo após o processamento das frutas, seguindo as recomendações de BRASIL 2003.

4.11 CURVAS DE SECAGEM

As curvas de secagem permitem prever o momento em que se deve cessar o processo ao atingir a umidade desejada para então obter-se um produto de qualidade. Os resultados foram obtidos a partir dos experimentos de secagem com o secador convencional de bandejas, variando-se as condições de temperatura e concentração de sacarose.

As curvas foram determinadas com dois níveis de temperatura (60 e 70 °C). As leituras em relação à perda de peso da amostra foram realizadas em intervalos regulares. A perda de peso foi acompanhada até atingir peso constante. Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade (RU). As curvas de secagem foram ajustadas a um modelo exponencial, utilizando-se o programa computacional *Statistica* versão 12.

Para se determinar o melhor ajuste de cada equação aos dados experimentais foram utilizados os coeficientes de determinação (R^2), usando a seguinte equação exponencial:

$$\frac{U_t - U_e}{U_0 - U_t} = \exp(-kt)$$

(1)

Em que:

K: Constante de proporcionalidade ou constante de secagem, s^{-1} ;

T: Tempo;

U_t : Teor médio de água em qualquer instante t, decimal b.s.;

U_e : Teor de água na condição de equilíbrio, decimal b.s., e

U_0 : Teor de água inicial, decimal b.s.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO

O período em que a fruta fica no processo de desidratação e a concentração do xarope decorre do material e do grau esperado de remoção de água. Segundo Speirs e Coote (1986) o tempo sugerido de imersão são maiores que 18 horas com 67% de concentração de xarope (para banana, manga e mamão). Com isso ocorrerá uma perda de 40% da umidade original. No abacaxi, observaram-se menores resultados de umidade, pois, o tempo de imersão foi menor (8 horas).

Para que ocorram reações químicas, microbiológicas e enzimáticas no alimento são necessárias à existência de umidade. A transferência de água é uma das características fundamentais no decorrer do processo da desidratação osmótica. A difusão devido ao gradiente de concentração entre a solução osmótica e o alimento é o principal mecanismo de transferência de massa (ATARÉS et al., 2008). Através do tratamento preliminar de 6 horas que foi realizado neste trabalho consegue-se afirmar que a secagem do abacaxi pode ser efetuada de forma eficaz em menos de 8 horas, conseguindo um produto desidratado dentro dos padrões. A umidade residual é a quantidade mínima de umidade que o alimento deve apresentar para que este torne um produto desejável. (CRUZ, 1989). Essa umidade residual tem ação na consistência do alimento, pois, quanto maior for esta umidade, mais macia será a consistência do produto final. Na tabela 4 constata-se os valores de umidade antes do processo de secagem nos diferentes tratamentos osmóticos.

Tabela 4 - Valores de Umidade Inicial dos Abacaxis antes da secagem

Temperatura (°C)	Concentração de sacarose (%)	Valores médio de Umidade (%)
60	30	82,6 ± 0,30
60	45	80,8 ± 0,45
70	30	88,6 ± 0,28
70	45	80,5 ± 0,17
60	Sem tratamento	86,8 ± 0,33
70	Sem tratamento	80,9

Fonte: Próprio autor

Ranken (1993) assegura que o abacaxi desidratado é um alimento de umidade intermediária, pois apresenta umidade entre 15 e 30%, frequentemente, não demonstram problemas de desenvolvimento de microrganismos, devido a isso exibindo um crescente interesse para a indústria de alimentos.

Presume-se, então, que a secagem do abacaxi pode ser efetuada uma maneira eficaz em menos de 8 horas, assegurando um percentual de umidade dentro dos padrões para esse tipo de produto.

Mesmo que a secagem de produtos pré-desidratados osmoticamente fosse mais lenta, existe a vantagem de a impregnação de sólidos, e a consequente redução da permeabilidade dos tecidos da camada superficial dos frutos, além da redução da difusividade aparente da água, atuarem como fatores benéficos na manutenção da estabilidade da fruta desidratada durante o armazenamento (KARATHANOS, 1995).

Observou-se através do branqueamento realizado uma redução no fenômeno do escurecimento do produto, que são as reações enzimáticas que deterioram as frutas desidratadas. Mauro e Menegalli (1995) chegaram à conclusão que o soluto penetra em maior quantidade na fruta que sofre branqueamento a vapor previamente à desidratação osmótica do que naquela que não sofre o tratamento, o que evidentemente se deve ao aumento da permeabilidade das membranas celulares.

Uma amostra de abacaxi desidratado foi selecionada para que fosse realizada as análises físico-químicas (pré-tratamento a 45 °Brix e temperatura de secagem 70 °C), cujos parâmetros indiretos utilizados para escolha foram a aparência, textura e alterações durante o armazenamento. A figura 2 ilustra a amostra escolhida.



**Figura 2 - Abacaxi Desidratado a 70 °C com Calda de 45 °Brix.
Fonte: Próprio Autor**

5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Na Tabela 5 estão apresentados os dados das análises físico-químicas das amostras *in natura* e do abacaxi desidratado a 70 °C utilizando uma calda de 45 °Brix como pré-tratamento osmótico.

Tabela 5 - Resultado das Análises Físico-Químicas da Amostra *in natura* e do Abacaxi Desidratado.

Parâmetro Analisado	Valores Obtidos	
	<i>In natura</i>	Desidratado
Umidade (%)	80,500 ± 0,13	13,200 ± 0,58
pH	3,880 ± 0,28	3,740 ± 0,47
ATT (%)	0,710 ± 0,17	1,570 ± 0,68
Açúcares Totais (%)	15,673 ± 0,39	28,208 ± 0,43
Fibra Bruta (%)	2,370 ± 0,24	20,040 ± 0,39
Proteína (%)	0,860 ± 0,58	2,360 ± 0,79
Cinzas (%)	0,260 ± 0,28	1,530 ± 0,28

Fonte: Próprio autor

Pode ser observado, de acordo com os dados da Tabela 5, que o abacaxi *in natura* analisado apresentou elevado teor de umidade de 80,5%. Valores semelhantes a este foram encontrados no estudo de Ramos (2008) com uma umidade de 86,5%. Durante o processo de desidratação o teor de umidade foi reduzido para 13,20% o que caracteriza este produto como de umidade intermediária, pois apresenta umidade entre 15 e 30%, e cujo valor está próximo aos determinados por Santos (2011) que obteve uma umidade de 14,28% ao estudar a secagem de abacaxi, variedade *Smooth Cayenne*, na temperatura de 55 °C. Assim pode-se afirmar que o abacaxi desidratado está em consonância com os parâmetros estabelecidos pela legislação para produtos desidratados. A RDC nº 272 de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) caracteriza como fruta seca produtos com umidade inferior a 25% sendo este um fator protetor ao desenvolvimento de microrganismos deteriorante e patogênicos (BRASIL, 2005).

Ao analisar a amostra de abacaxi desidratado o valor do pH encontrado foi de 3,74 o que mostra coerência nos estudos de Santos (2011) que estão na faixa de 3,63 a 4,12. O abacaxi *in natura* apresentou um resultado de 3,88 que ficou próximo com o resultado encontrado por Ramos *et al.* (2008) que foi de 3,99.

O abacaxi *in natura* caracterizou-se com um teor de acidez total titulável de 0,71%, valores próximos ao encontrado por Giacomelli (1982), 0,65 a 0,95%. Durante o processo de desidratação o teor de ácidos (% de ácido cítrico), alcança valores de 1,57%, que são semelhantes aos encontrados por Ramos *et al.* (2008) que obteve 1,78% de acidez.

A secagem reduz o teor de água e eleva a concentração de solutos, resultando um alimento com maior vida útil e com proteínas, carboidratos, vitaminas e demais componentes presentes em maiores quantidades por unidade de peso no alimento desidratado do que no alimento fresco.

Foram encontrados resultados de cinzas nas amostras de abacaxi *in natura* de 0,26% o que está de acordo com o estudo de Lemos (2010) que encontrou um teor de cinzas de 0,36%. Para o abacaxi desidratado os valores obtidos foram de 1,56% o que se encontra próximo ao de Lemos que foi de 2,15%. As cinzas em alimentos referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. É importante observar que a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes. As

cinzas são consideradas como medida geral de qualidade e frequentemente é utilizada como critério na identificação dos alimentos (CHAVES et al., 2004).

5.3 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Na Tabela 7 estão apresentado os dados das análises microbiológicas das amostras *in natura* (Tabela 6) e desidratadas em temperatura de 70 e 60 °C nas caldas de 30 e 45 °Brix.

Tabela 6 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras *in natura* do Abacaxi

Análise Microbiológica	Resultado	Legislação
NMP Coliformes Totais (NMP/g)	< 3 NPM/g	-----
NMP Coliforme Termotolerantes (NMP/g)	< 3 NMP/g	Máximo 10 ² NMP/g
<i>Salmonella sp</i>	Ausência	Ausência em 25g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	<1x10	-----
Mesófilos (UFC/g)	<1x10	-----

Fonte: Próprio autor

Tabela 7 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras do Abacaxi Desidratado à 60 °C.

Parâmetro	Abacaxi Sem Tratamento	Abacaxi 30%	Abacaxi 45%	Legislação
Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	----
Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	Máximo 10 ²
<i>Salmonella sp</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência em 25g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	2x10	1,5x10 ²	1,1x10 ³	----
Mesófilos (UFC/g)	2x10	6,9x10 ²	2,8x10 ³	----

Fonte: Próprio autor

Tabela 8 - Resultado das Análises Microbiológicas das Amostras do Abacaxi Desidratado à 70 °C.

Parâmetro	Abacaxi Sem Tratamento	Abacaxi 30%	Abacaxi 45%	Legislação
Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	----
Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	Máximo 10 ²
<i>Salmonella</i> sp	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência em 25g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	4x10	7,2x10	2,2x10 ³	----
Mesófilos (UFC/g)	7x10	7,7x10 ²	1,1x10 ³	----

Fonte: Próprio autor

De acordo com os resultados microbiológicos obtidos, afirma-se que o abacaxi desidratado osmoticamente, seguido de secagem em estufa, obedece aos padrões microbiológicos descritos na legislação de frutas secas (Brasil, 2001), está livre de contaminação microbiológica.

Nos abacaxis desidratados a temperatura de 70 °C, com, 30 e 45 °Brix, foram observados desenvolvimento de bolores e leveduras, sugerindo necessidade de melhorias das possíveis falhas no processamento (não pasteurização da calda), e/ou nas boas práticas de fabricação.

5.4 AVALIAÇÃO DA SECAGEM NOS FRUTOS DE ABACAXI COM E SEM PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO

Estudou-se a cinética de secagem de abacaxi, analisando-se a influência das variáveis operacionais de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e do pré-tratamento osmótico (0, 30 e 45 °Brix).

As curvas da cinética de secagem estão apresentadas na forma de adimensional do conteúdo de umidade, $(X-X_e)/(X_0-X_e)$, em função do tempo.

5.4.1 Curvas de Secagem – Influência da Temperatura

A representação gráfica dos dados experimentais que analisaram a influência da temperatura de secagem encontra-se na Figura 4, onde estão plotados dados

experimentais da secagem do abacaxi sem pré-tratamento osmótico, em duas diferentes temperaturas 60 e 70 °C.

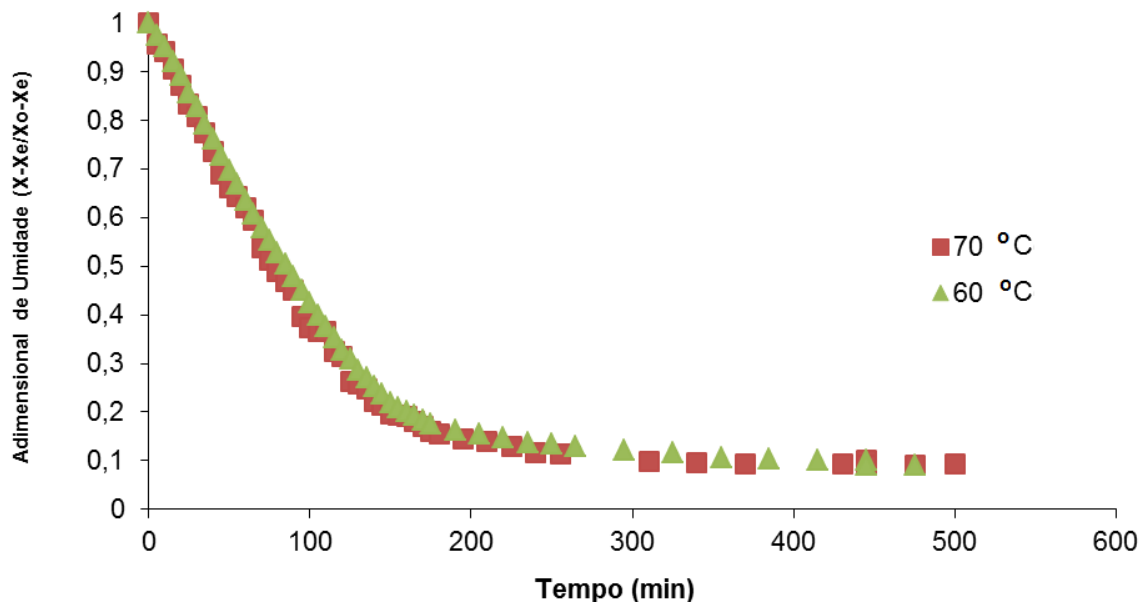


Figura 4 – Curva de Secagem de Abacaxis Sem Pré-Tratamento Osmótico, nas Temperaturas de 60 e 70 °C

Fonte: Próprio autor

A representação gráfica das curvas de secagem apresentou comportamento similar, isto é, o processo de secagem ocorre no período de taxa decrescente para as condições estudadas, com período à taxa constante, onde nota-se que a perda do conteúdo de umidade é bem rápida. Analisando-se ainda as curvas de secagem, observou-se que a cinética de secagem foi pouco influenciada pela temperatura, ao contrário do esperado, mesmo sendo frutos de um mesmo lote apresentam composição diferente. Contudo, sabe-se que a aplicação de temperatura mais elevada reduz o tempo necessário para secar os frutos, ou seja, para um mesmo tempo de processo, quanto maior for a temperatura do ar, maior é a taxa de secagem, como foi mostrado por Almeida et al. (2006), avaliando a cinética de secagem em frutos de acerola, em um secador de leito fixo com temperatura de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar de secagem de 1,0 e 1,5 m s⁻¹, verificou-se que a temperatura foi o fator que apresentou maior influência nesse processo.

Independente da temperatura proposta através dos resultados obtidos pode observar que houve duas diferentes variações para o parâmetro da perda de água em função do tempo, ambos os abacaxis inicialmente perderam rapidamente uma maior massa, acontecendo nos primeiros 150 minutos do processo, já em um segundo momento a taxa de desidratação começou a decrescer gradualmente atingindo o equilíbrio aos 250 minutos aproximadamente.

Podemos notar a similaridade de resultados relatados por Martim (2006), no estudo das características de processamento de manga variedade *tommy atkins* desidratada, em que maior taxa de perda de água obtida ocorreu nas primeiras 2 horas.

Nas Figuras 5 e 6 os gráficos de curva de secagem adimensional de umidade versus tempo utilizando uma calda de concentração de 30 e de 45 °Brix.

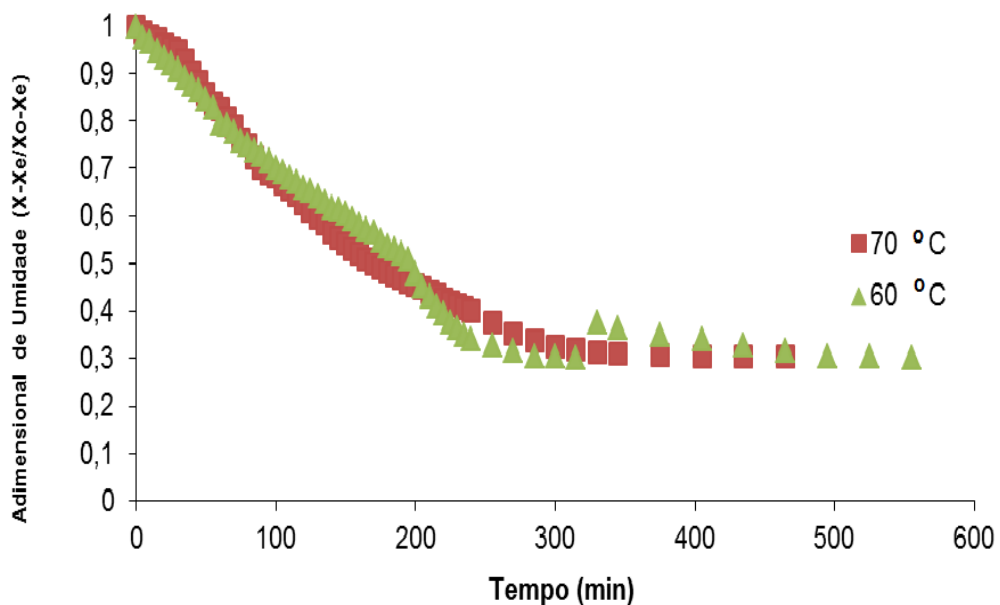


Figura 5 – Gráfico Adimensional de Umidade Versus Tempo Utilizando uma Calda de Concentração de 30º Brix

Fonte: Próprio autor

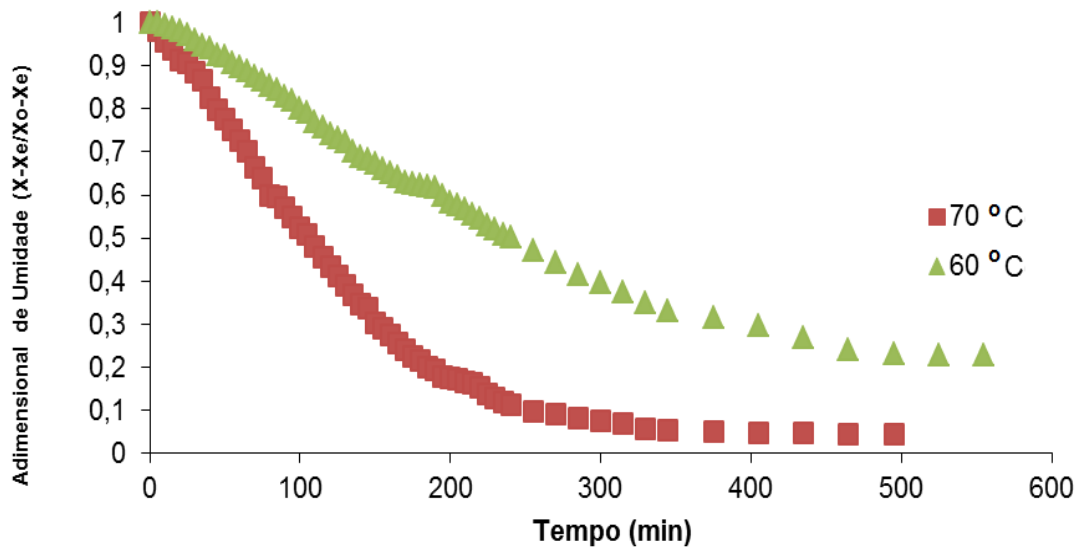


Figura 6 – Cinética de Secagem de Abacaxi em Diferentes Temperaturas e Com Concentração 45 °Brix

Fonte: Próprio autor

Os resultados experimentais indicaram que a temperatura de processo exerceu influência na perda de água das amostras de abacaxi. Silveira, Rahman e Bicig (1996), também constataram que elevadas temperaturas aumentaram as taxas de perda de água. As curvas representam a diminuição do teor de água do produto durante a secagem, conteúdo de umidade do produto em base seca, em relação à evolução do tempo de secagem, isto é, é a curva obtida pesando o produto durante a secagem numa determinada condição de secagem. Gouveia et al. (2003) também observaram que temperatura influencia fortemente a cinética de secagem de cajá. Esta relação da temperatura foi muito estudada no trabalho de Khoji e Hesari (2006) com desidratação osmótica de fatias de damascos. Eles constataram que para uma concentração de solução igual (sacarose a 60 ou a 70%), aconteceu um significativo aumento na eliminação de água ao se aumentar a temperatura de 30 para 60 °C.

O que também se notou no estudo é que não importa a concentração de calda utilizada, em temperaturas mais elevadas houve um aumento na taxa de secagem dos abacaxis. O que também foi mostrado Kowalska e Lenart (2001), na desidratação osmótica de maçã, abóbora e cenoura, mostram que as maiores taxas de perda de água e de ganho de sólidos ocorrem durante os primeiros 30 minutos

do processo isso ocorre ao fato das diferentes concentrações utilizadas na solução desidratante e na geometria deste estudo em questão.

5.4.2 Curvas de Secagem – Influência da Solução Osmótica

Na Figura 7 observa-se a influência da umidade do abacaxi submetido ao tratamento osmótico na temperatura de 70 °C.

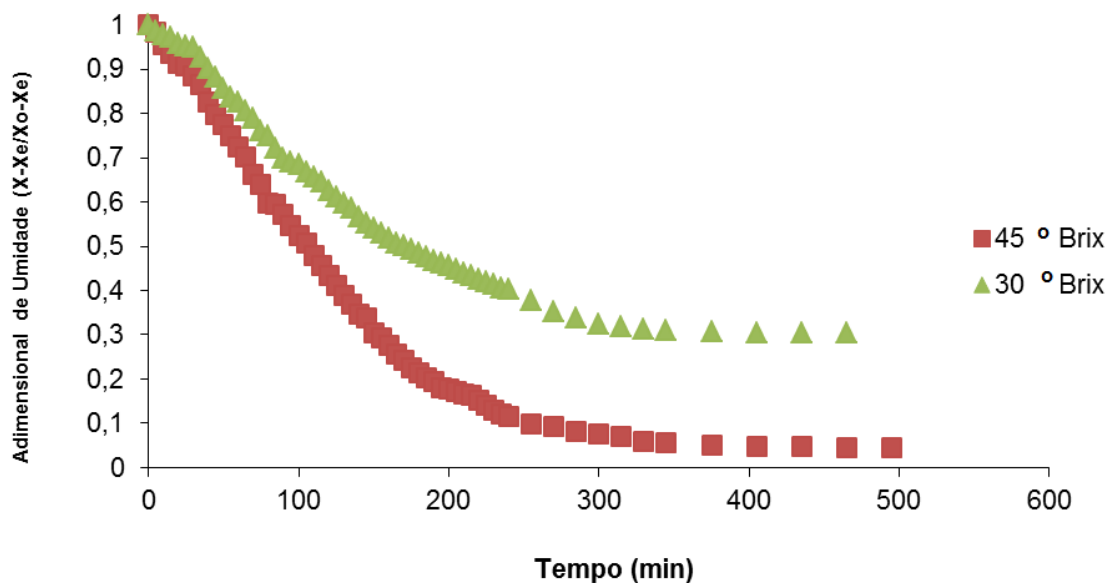


Figura 7 – Gráfico Adimensional de Umidade Versus Tempo na Temperatura de 70 ° C

Fonte: Próprio autor

Verificou-se que, na temperatura de 70 °C, ocorreu uma maior perda de água para amostra pré-desidratada a 45 °Brix , o que está de acordo com que estudos de Viberg *et al* (1998), com diferentes culturas de morango (*Honeoye e Dania*) pré-tratados osmoticamente, que a perda de água aumentou com o acréscimo da concentração de açúcar de 20 até 85% de sacarose, e de acordo com Park *et al* (2002) que obtiveram resultados similares, em cubos de pêra D'anju desidratados com solução de sacarose entre 40 e 70° Brix, que a perda de água aumentou com um maior teor de xarope.

Observou-se neste experimento uma pequena mudança de coloração nos abacaxis que foram desidratados em temperatura de 70 °C no período de secagem acima de 500 min, esse fenômeno ocorreu, pois segundo Torreggiani (1993) o

aceleramento de transferência de massa aumenta com o crescer da temperatura, mas, acima de 60 °C aparecem alterações nas características dos tecidos, beneficiando o fenômeno de impregnação e, assim, o ganho de sólidos.

Em estudos em desidratação osmótica com manga Brandão *et al*, (2003), comprovaram que o impacto osmótico motivado por soluções de altas concentrações ocasionou à rápida eliminação de água pelas células externas e a um seguinte colapso na estrutura das mesmas. Uma barreira protetora contra a entrada de sólidos para o interior da fruta seria formada por essas células, sendo uma camada rígida cobrindo a fruta em questão. Esse fenômeno é um benefício, pois concede a fruta que suas características fiquem mais semelhante possível daquelas do fruto fresco. (LAZARIDES, 1994).

Este colapso e a formação dessa barreira protetora ocorreram no presente trabalho, de acordo com Bobbio (1995) e Galli (1996), na elaboração dos xaropes na desidratação osmótica a sacarose é o açúcar mais empregado, contudo quando empregado como único agente desidratador pode ocasionar cristalização a depender da temperatura. Nesse estudo, com o crescer da temperatura e o choque osmótico motivado por soluções muito concentradas, houve uma perda de água pelas células externas aceleradas e a um seguinte colapso na estrutura das mesmas. Desse modo, estas células constroem uma camada rígida, em volta dos pedaços de fruta, agindo como barreira protetora em combate a entrada de sólidos para o interior das amostras.

A presença de uma elevada concentração de açúcares faz com que ocorra um rápido intercâmbio de massa (água sai, solutos entram), aonde este intercâmbio vai se acomodando para um mecanismo final, até eventualmente atingir-se um equilíbrio. A amostra submetida a uma elevada concentração de açúcar que foi a 45% de concentração de sacarose apresentou um aumento dos SST. Pois segundo Torreggiani (1993), esse fenômeno acontece porque provavelmente em temperaturas acima de 60 °C, às características do tecido das frutas são modificadas ocasionando o fenômeno de impregnação, isto é, um aumento no ganho de açúcares na fruta.

Andrade *et al* (2007) atestaram na desidratação osmótica de pedaços de jenipapo a 30, 50 e 70% de sacarose, que em elevadas concentrações de xarope houve um aumento da perda de água, ocasionando também maior ganho de sólidos.

Os aumentos da concentração e da temperatura da solução favoreceram a perda de água no produto pelo maior gradiente de pressão osmótica na interface produto/solução, proporcionando uma maior taxa de transferência de massa. Comportamento semelhante foi observado por Talens et al. (2002) em trabalhos similares, onde os autores afirmam que maiores taxas de perda de água são obtidas com a combinação alta temperatura e concentração da solução hipertônica.

O comportamento com relação ao pré-tratamento em diferentes concentrações de açúcares na temperatura de 60 °C podem ser observados na Figura 8.

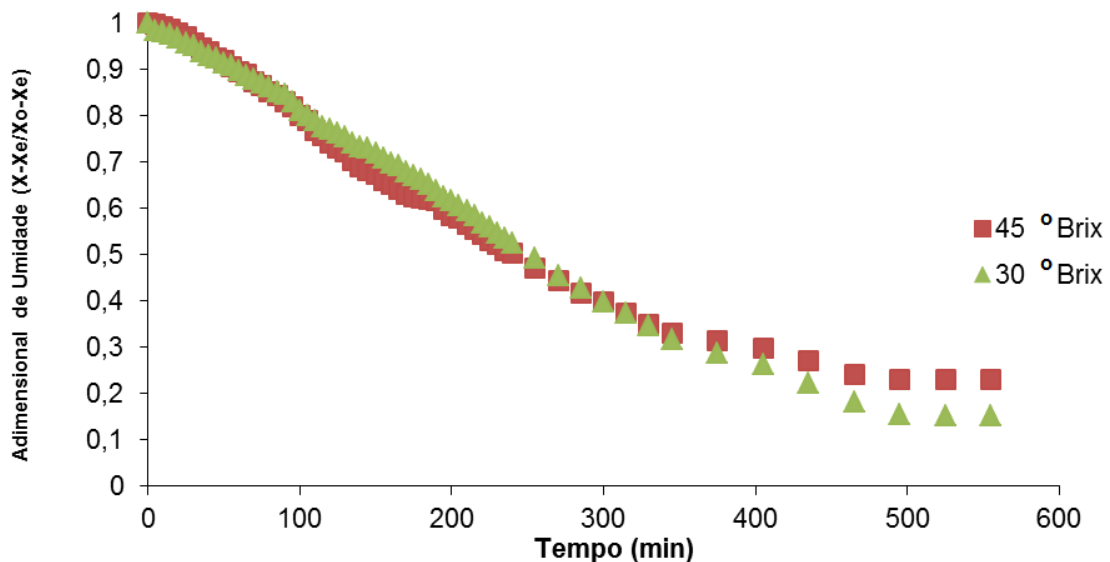


Figura 8 – Adimensional de Umidade Versus Tempo na Temperatura de 60 °C.

Fonte: Próprio autor

A variável concentração da solução osmótica não interferiu significativamente na perda de umidade dos frutos, mas ao final do processo de desidratação observa-se que a concentração de 30 °Brix teve uma perda maior de umidade que os frutos da calda de 45 °Brix.

5.4.3 Modelagem Matemática

Os dados experimentais foram ajustados ao modelo exponencial e os parâmetros obtidos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 9 - Parâmetros Obtidos Através do Ajuste ao Modelo Exponencial

Amostra	K	R ²
60 °C Sem Pré-tratamento	0,008563	0,98855712
70 °C Sem Pré-tratamento	0,009311	0,98914913
60 °C Com Calda de 30%	0,00348	0,96950757
60 °C Com Calda de 45%	0,002951	0,98106835
70 °C Com Calda de 30%	0,003735	0,98779701
70 °C Com Calda de 45%	0,007371	0,98674074

Fonte: Próprio autor

O ajuste das curvas foi realizado com auxílio de um modelo exponencial, o qual relaciona a taxa teor de umidade/teor de umidade inicial e o tempo de secagem. Segundo Corrêa *et al* (2001) os modelos do tipo exponencial representam adequadamente o fenômeno da cinética de secagem, tanto física como estatisticamente (altos coeficientes de correlação). Os dados experimentais se ajustaram satisfatoriamente ao modelo testado.

Segue abaixo as curvas de secagem experimentais e calculadas através do modelo exponencial, para abacaxi com tratamento de 30% e 45% de solução osmótica, sem tratamento de calda e na temperatura de secagem de 60 e 70 °C.

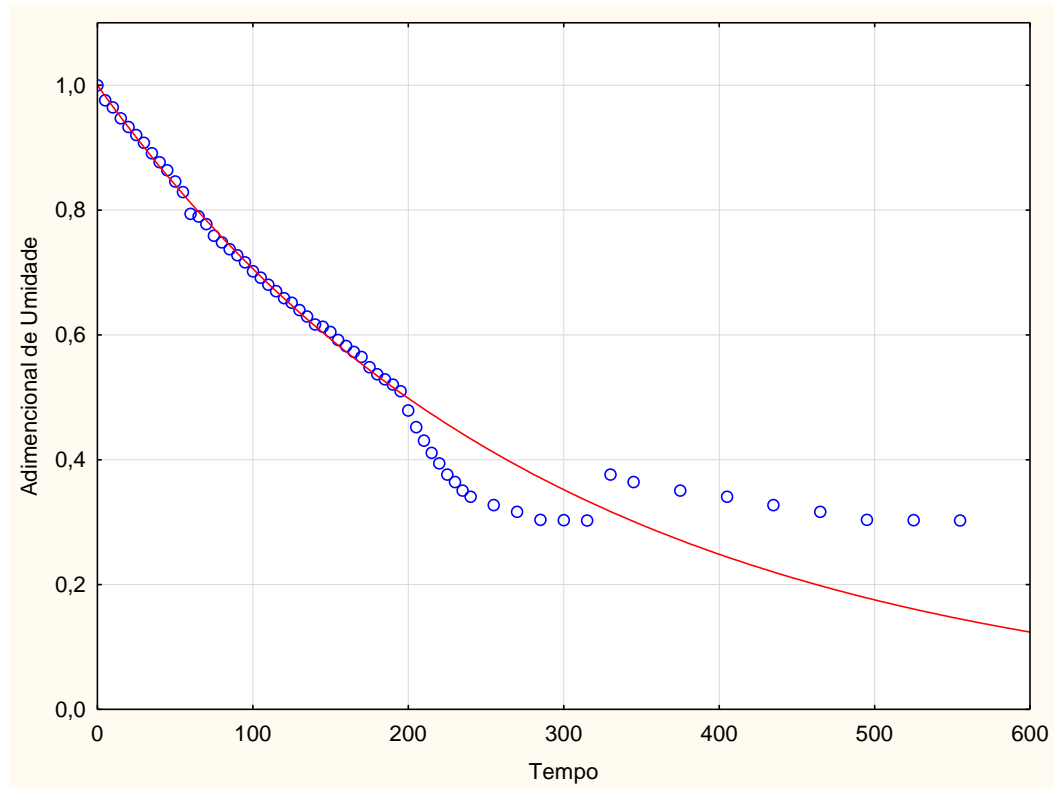


Figura 9 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 °C com Tratamento de 30% de Calda.

Fonte: Próprio autor

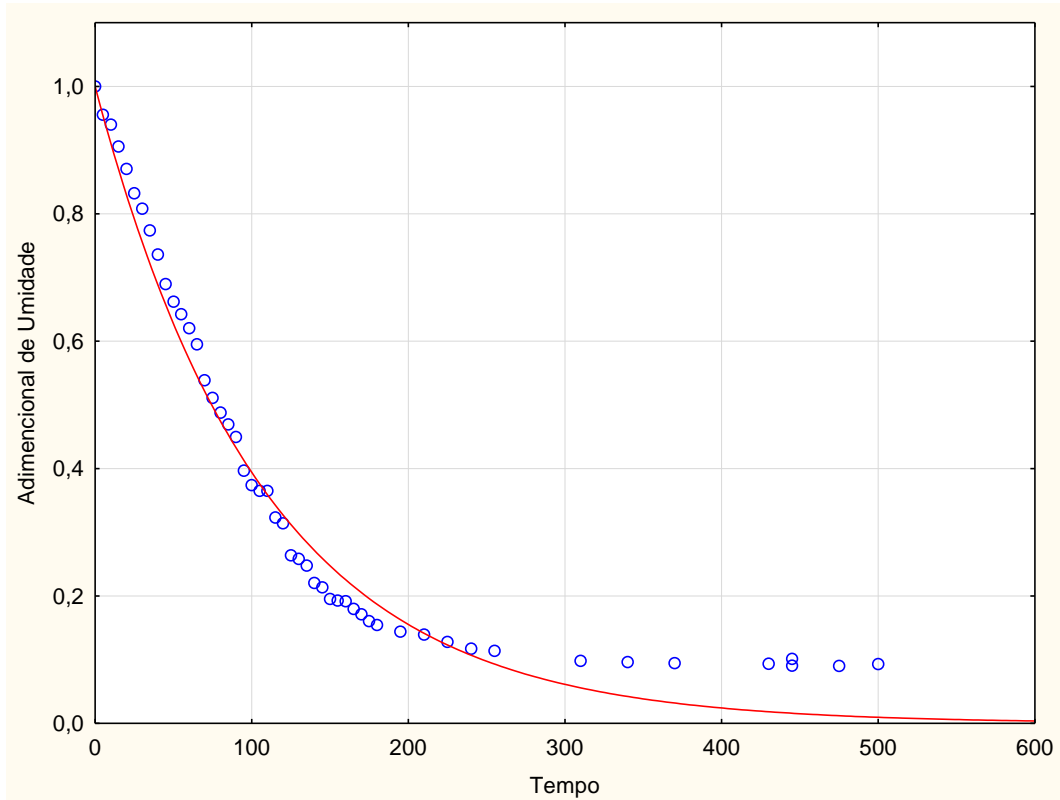


Figura 10 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 °C e Sem Tratamento.

Fonte: Próprio autor

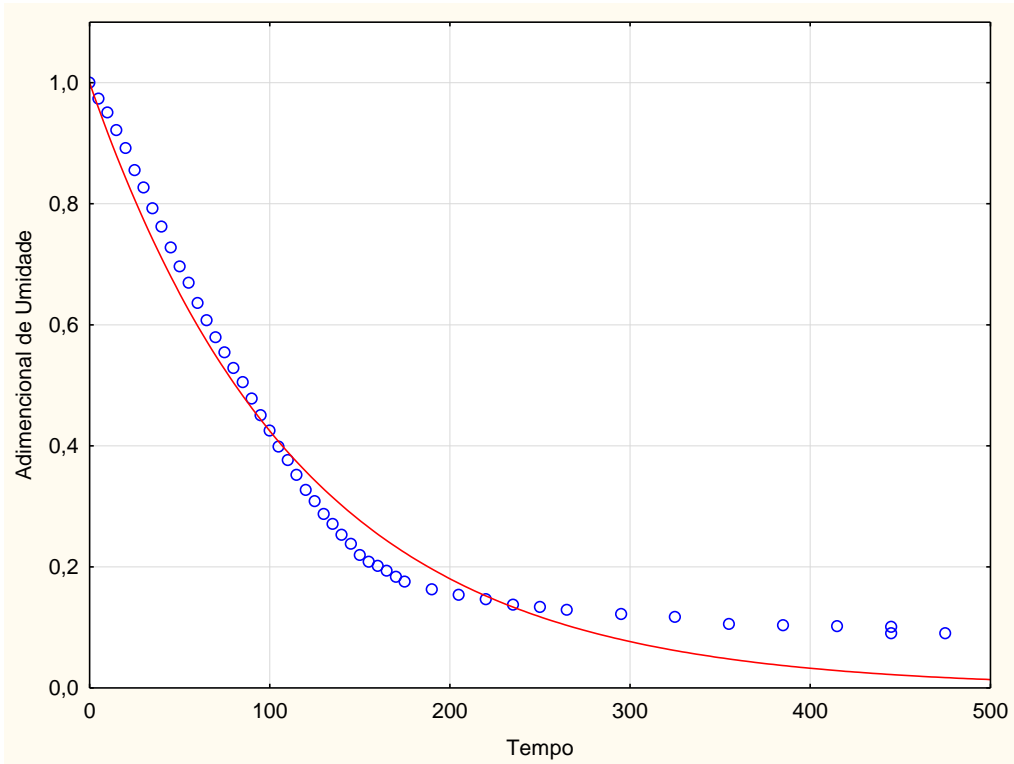


Figura 11 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 ° C e Sem Tratamento.

Fonte: Próprio autor

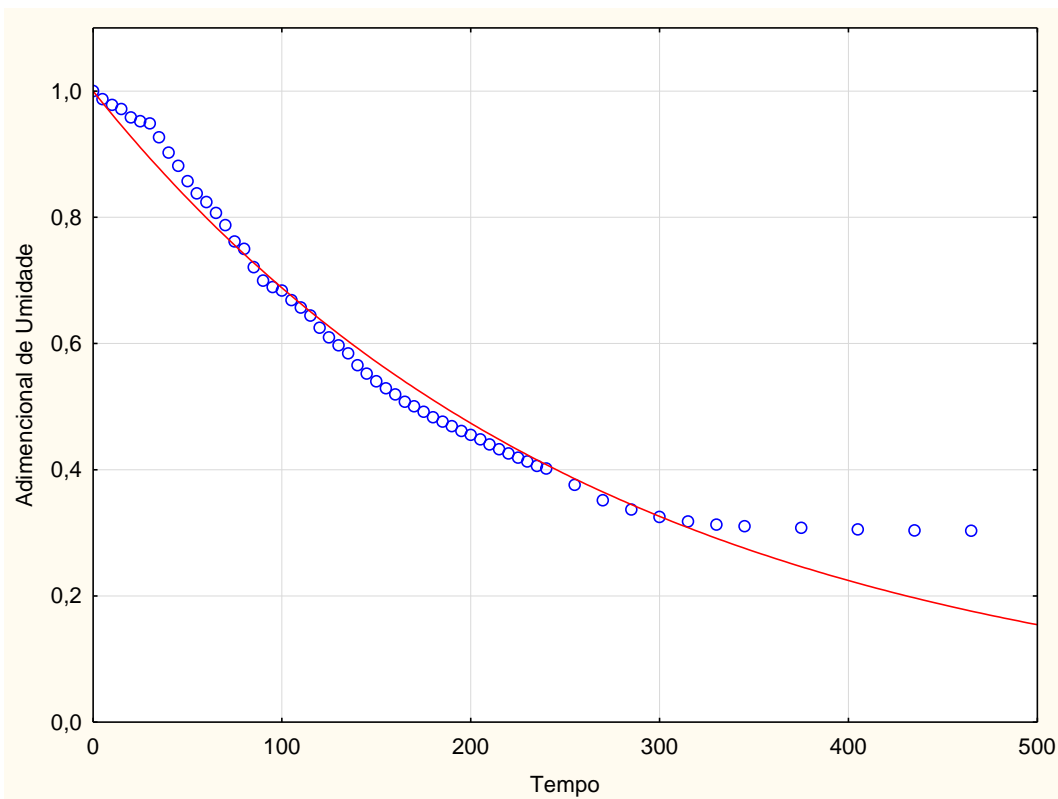


Figura 12 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 ° C Com Tratamento de 30% de Calda.

Fonte: Próprio autor

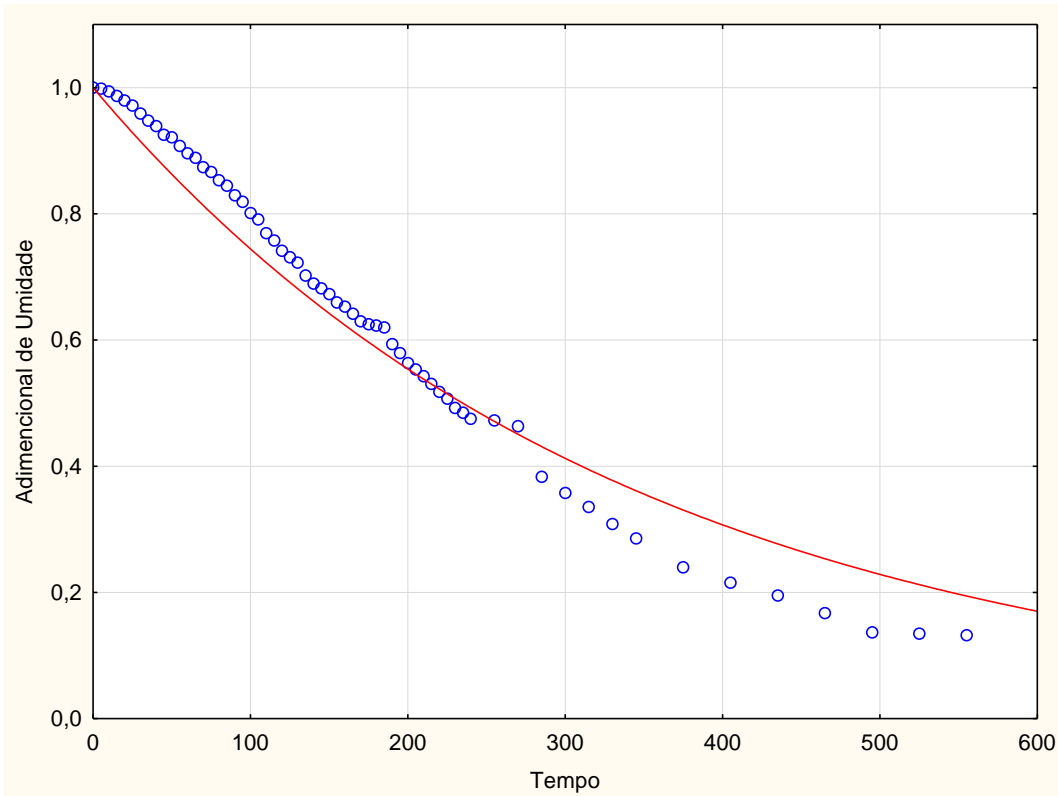


Figura 13 – Curva de Secagem na Temperatura de 60 ° C Com Tratamento de 45% de Calda.

Fonte: Próprio autor

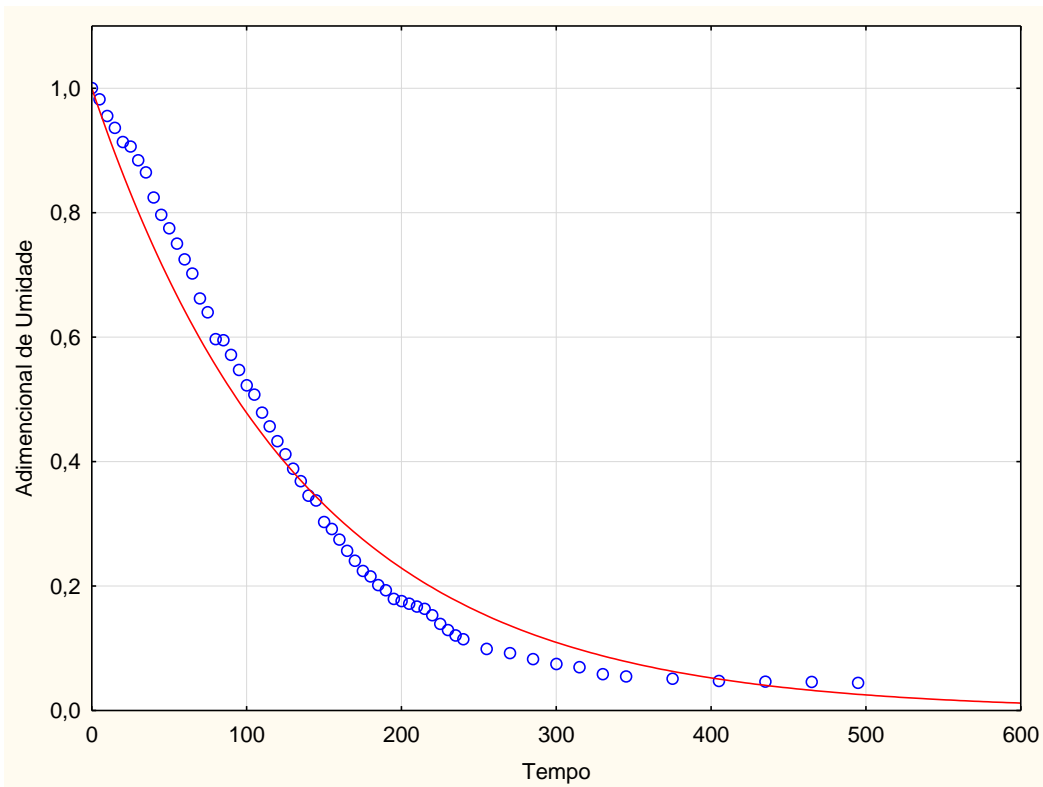


Figura 14 – Curva de Secagem na Temperatura de 70 ° C Com Tratamento de 45% de Calda.

Fonte: Próprio autor

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apontam que a desidratação osmótica reduz o tempo de secagem do abacaxi, visto que o teor de umidade definido pela legislação é alcançado em um menor tempo do que na secagem convencional sem o pré-tratamento osmótico, amenizando os custos da desidratação. A partir desse tratamento preliminar, alguns aspectos da fruta *in natura* (cor, sabor, textura) são modificados, melhorando o produto final quando comparado aos processos tradicionais levam ao escurecimento enzimático, gerando produtos escuros e pouco atrativos. A possível aceitabilidade do produto pode ser explicada pelo fato de ser um produto compacto, de alto valor nutricional e com estabilidade no armazenamento, porém por ser um produto com uma demora de processamento, isto pode fazer seu custo tanto para a indústria quanto ao consumidor aumentar.

O produto obtido através da secagem encontra-se dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos determinados pela legislação. A retirada de água do alimento promove uma concentração de nutrientes e compostos, além de prolongar a vida de prateleira do produto, conservando as características sensoriais, e garantindo a segurança do mesmo, permitindo maior praticidade do consumo desses.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Antonio C.S.; SOUZA, Adriano F. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science and Technology**, v.31, p.125-137, 2003.
- ANDRADE, Samara A.; NETO, Benício B.; NÓBREGA, Adriano C.; Guerra, Nonete B. Evaluation of water and sucrose diffusion coefficients during osmotic dehydration of jenipapo. **Journal of food engineering**. v.4 p. 10, 2005.
- ALVES, Denise. G.; BARBOSA Jose R., J.L.; ANTONIO, Graziella C.; MURR, Fernanda. E.X. **Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.)**. *Journal of Food Engineering*, 68:99–103. 2005
- ATARÉS, L.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. 2008. **Effect of solute on osmotic dehydration and rehydration of vacuum impregnated apple cylinders (cv. Granny Smith)**. *Journal of Food Engineering*, v.3 p.49–56. 2008
- ALMEIDA, Cleandro.; GOUVEIA, Josivanda P.G. de.; ALMEIDA, Francisco de A.C.; SILVA, Flavio.L.H. Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.145–151, 2006.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 25 out. 2013.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th edition. Arlington, 1990.
- ARÉVALO-PINEDO, Aroldo.; MURR, Fernanda E. X. **influência da pressão. Temperatura e pré tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora**. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 636-643, 2005.
- ASMUS, Bernardo F.; NACCACHE, Bernard.; VICTORETTE, Maria W. D. **Desenvolvimento de um sistema de controle aplicado a uma estufa de desidratação de frutas**. Anais: XXXIX –Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Blumenal: FURB, 2011
- AZEREDO, Henriette M.C.; JARDINE, José G. **Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados**. *Ciência. Tecnologia de Alimentos* Campinas, v. 20, n. 1, p. 74-82, 2000.
- BE MILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. **Carbohydrates**. In: **FENNEMA, O. R. (Ed.)**. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker. 2000
- Bobbio, P. A. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992.
- BOEIRA, Janessa. B.; STRINGARI, Gustavo. B.; LAURINDO, João. B. **Estudo da desidratação de pêssegos por tratamento osmótico e secagem**. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 25, n. 1, p. 77-90, jul. 2007.
- BRANDÃO, Maria C.; Maia, Geraldo; Lima, Dorasilvia P. **Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar**. *Revista brasileira de fruticultura*. V.25. Jaboticabal, 2003.
- BRASIL. 2001. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>

- BRASIL. 2005. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b683960047457a8b8736d73fbc4c6735/RDC_273_2005.pdf?MOD=AJPERES>
- BRASIL .INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 62, DE 26 DE AGOSTO DE 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária.
- CHAVES, M.C.V; GOUVEIA, J.P.G; ALMEIDA, F.A.C; LEITE, J.C.A; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**, campina grande, PB, v.4, n.2, 2004.
- CORRÊA, Paulo C.; MACHADO, Patrícia F.; ANDRADE, Ednilton T. **Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho-pipoca**. Revista Engenharia Agrícola e Ambiental. V.25, n.1. Lavras, 2001
- CRUZ, Guilherme A. **Desidratação de Alimentos**. 2ª ed., São Paulo, Editora Globo, 207 p. 1989.
- DIONELLO, Rafael. G.; BERBERT, Pedro. A.; MOLINA, Marilia. A. B.; PEREIRA, Rosimar. Z.; VIANA, Alexandre. Z.; CARLESSO, Vinicius. Z. **Desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n.5, p.595-605, 2009.
- EL-AQUAR, Ânoar A.; MURR, Fernanda E.X. **Estudo e Modelagem da Cinética de Desidratação Osmótica do Mamão Formosa (Carica papaya L.)**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 14, Natal, 2002. Anais..., Caderno de Resumos, Natal, 2002.
- EMBRAPA Mandioca e Fruticultura - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Disponível em:<http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Brasil_2010.pdf Acesso em 13/06/2012>
- EMBRAPA Mandioca e Fruticultura - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Disponível em :<http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Mundo_2010.pdf Acesso em 13/06/2012>.
- FALCONE, M.A.; SUAZO, V.A.T. **Desidratação osmótica do abacaxi (Ananas comosus L.)**. Parte I. Boletim da SBCTA, Campinas, v. 22, n. ½, p. 17-35, 1988.
- FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e Práticas**. Tradução: Florência Cladera Oliveira et al. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FITO, Pedro. **Modeling of vacuum osmotic dehydration of food**. Journal of Food Engineering,v.22,n.2,p.313-328,1994.
- GALLI, Débora C.; BILHALVA, Aldomir B.; RODRIGUES, Rosane da S.; RODRIGUES, Lessandra S. **Influência da composição do xarope nas características físico químicas de pêssego tipo passa**. Agrociência. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v2n3/artigo09.pdf>>. Acessado em 20 de set. 2013.
- GIACOMELLI, Eloys J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79p.
- GOMES, Anna T.; CEREDA, Marney P.; VILPOUX, Olivier. **Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 3, n. 3, p. 212-226, 2007.
- GOUVEIA, Josivanda P.; ALMEIDA, Francisco A.; FARIAS, Eliana S.; SILVA, Manassés M. **Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá**. Revista brasileira de produtos agroindustriais. N.1, p.65-68. Campina Grande, 2003.

IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2009. Disponível em
:<http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Brasil_2009.pdf> Acesso em 11/06/2012

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Microorganisms in foods 1 – Their significance and methods of enumeration. 2.ed. Toronto: University of Toronto Press, 1988, 436p.

KARATHANOS, Vaicos. T. **Air-drying kinetics of osmotically dehydrated fruits**. Drying Technology, v. 13, n. 5, p. 1503-1521, 1995.

KEEY, R.B. **Drying: principles and practice**. Oxford: Pergamon Press, 1972. 358p.

KHOYI, Mohammad. R.; HESARI, Javad. **Osmotic dehydration kinetics of apricot using sucrose solution**. Journal of Food Engineering, v. 72, n. 30, p. 1-6, 2006.

Kowalska, Hanna.; Lenart, A. **Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables**. Journal of Food Engineering, v.49, p. 137-140, 2001.

LAZARIDES, Harris. N. **Osmotic preconcentration: Developments and prospects**. p.73-85. 1994.

LEMOS, Danielle. M; OLIVEIRA, Elisabete N. A; SANTOS, Janille. **Composição físico-química de resíduos de abacaxi in natura e desidratado**. Tecnologia e ciência agropecuária. João pessoa, v.4, n.2, p.53-56. 2010.

LOPES, Renato L. T. **Conservação de Alimentos. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Out. 2007.

MALTINI, Enrico. et al. **Functional properties of reduced moisture fruits as ingredients in food systems**. Food Research International, v. 26, n. 6, p. 413-419, 1993.

MANNHEIM, Chaim. H.; LIU, J. X.; GILBERT, S. G. **Control of water in foods during storage**. Journal of Food Engineering, n.22, p.509-532, 1994.

MARTIM, Nelisa S. **Estudo das características de processamento da manga (*mangifera indica L*) variedade *tommy atkins* desidratada**. Curitiba, 2006.

MATOS, H.E. **Processamento de frutas desidratadas**, v.1, p.4, 2007.

MAURO, Maria. A.; MENEGALLI, Florencia. C. **Evaluation of diffusion coefficients in osmotic concentration of bananas (*Musa cavendish Lambert*)**. International Journal of Food Science and Technology, London, v.30, n. 2, p. 199-213, 1995.

MAURO, Maria A.; SHIGEMATSU, Elke; ELK, Nenis M.; KIMURA, Mieko. **Influencia de pré-tratamento sobre a desidratação osmótica de carambolas**. Ciencia e tecnologia de alimentos. Campinas, 2005.

MELONI, Pedro L.S.; **Desidratação de frutas e hortaliças**. 10^o semana internacional da fruticultura, floricultura e agroindústria. Fortaleza, 2003

MURR, Fernanda E.; EL-AQUAR, Ânoar; KUROZAWA, Louise E. **Obtenção de Isotermas de dessorção de cogumelo *in natura* e desidratado osmoticamente**. Ciência tecnologia de alimentos. Campinas. 2005

NASCENTE, Adriano S.; COSTA, Rogério S. C.; COSTA, José N. M.; Cultivo do Abacaxi em Rondônia, EMBRAPA Rondônia - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Cultivo do Abacaxi. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>> Acesso em 13/06/2012.

NOGUEIRA, C. M. C. da C. D. **Estudo químico e tecnológico da acerola**. 117 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.

PARK, Kill J.; NOGUEIRA, R. I. **Modelos de ajuste de isotermas de sorção de alimentos**. Engenharia Rural, Piracicaba, v.3, n.1, p. 81-86, 1992.

PARK, Kil J.; ANTONIO, Graziella C.; OLIVEIRA, Rafael. Seleção de processos e equipamentos de secagem. Palestra. 2006

PEREIRA, L. M.. et al. **Kinetic aspects, texture, and colour evaluation of some tropical fruits during osmotic dehydration**. Drying Technology, v.24, p.475-484, 2006.

RANKEN, M.D. **Manual de industrias de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, 672 p. 1993

RAMOS, Afonso M.; QUINTERO, Alfredo C.; FARAONI, Aurélia S.; SOARES, José A. **Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado**. Alim. Nutr.V.19, n.3, p. 259-269. Araraquara, 2008.

RAOULT-WACK, A. L. **Recent advances in the osmotic dehydration of foods**. Trends in Food Science & Technology, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

RASTOGI, N. K. et al. **Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer**. Trends in Food Science & Technology, v. 13, n. 2, p. 48-59, 2002.

RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S.; NIRANJAN, K.; KNORR, D. **Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer**. Trends in Food Science and Technology, v. 13, p. 48-59, 2002.

RODRIGUES, M, G, V. **Produção e mercado de frutas desidratadas** . Disponível em:<<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=6687>> . Acesso em : 19 de ago. 2012

SANTIN, Ana P. **Estudo da secagem e da inativação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*)**. Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal de Santa Catarina. 1996. p.105. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996

SANTOS, I, P. **Parâmetros de Qualidade na Produção de Abacaxi Desidratado**. 2011. 151 f. Dissertação(Mestrado em produção vegetal), Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, 2011.

SILVA, Manasses M.; GOUVEIA, Josivanda P.G.; ALMEIDA, Francisco A.C. **Dessorção e calor isostérico em polpa de manga**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 6, n.1, p.123-127, 2002.

SILVEIRA, E. T. F.; RAHMAN, M. S.; BUCLE, K. A . Desidratação Osmótica de abacaxi: cinética e produção de qualidade. **Food Research International**, v. 29, p. 227-233, 1996

SHI, Xian. Q.; FITO, Pedro. **Vacuum osmotic dehydration of fruits**. Drying Technology, v. 11, n.6,p.445-454,1993.

SHI, Xian Q.; FITO, Pedro. **Influence of vacuum treatment on mass transfer during osmotic dehydration of fruits**. Food Research International, v. 28, n.5,p.445-454,1995.

SOUSA, Paulo H.M. et al. **Desidratação osmótica de frutos**. bol. sbCTA, Campinas, v. 37 (supl.), p. 94-100, 2003.

SPEIRS, C.I.; COOTE, H.C. **Solar drying: Practical methods of food preservation**. International Labour Office, 144 p. Geneva, 1986

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2011. Disponível em:<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>, acessado em 09/08/2012.

TALENS, P.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FITO, P.; CHIRALT, A. Mudanças nas propriedades óptica e mecânicas durante desidratação osmótica de Kiwi. *Innovative Food Science Emerging Technologies*, v.3, p.191-199, 2002.

TINOCO, Moacir. **Os prós e contra das frutas desidratadas**. Disponível em: <<http://gastromania.com.br/marisetinoco/?p=62>> . Acesso em: 05 de out. 2012

TRAVAGLINI, D. A . et al. **Banana-Passa: Princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas: ITAL/Rede de Nucleos de Informação Tecnológicas. 73 p. 1995.

TORREGIANNI, Danila.; BERTOLO, G. **Hgh-quality fruit and vegetable products using combined processes**. In:FITO, et al. (Ed.). **Osmotic Dehydration & Vacuum Impregnation – Aplication in Food Industries**. Lancaster: Technomic Publishing Co., Inc., 2001. P.3-9

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

VAGENAS, G.K.; MARINOS-KOURIS, D.; SARAVACOS, G.D. **An analysis of mass transfer in air-drying of foods**. *Drying Technology*, v.8, n.2, p.323-342, 1990.

VASCONCELOS, A. R. D. **Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui cv. Fuyu**. Lavras, 2000, 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras (UFLA).

VIBERG, Uno.; FREULER, Susanne.; GEKAS, Vassilis.; SJÖHOLM, Ingegerd. **Osmotic pretreatment of strawberries and shrinkage effects**. *Journal of Food Engineering*, v.35, n.2, p.135-145, 1998.

VILELA, Carlos. A.; ARTUR, Patricia. O. **Secagem do açafrão (Curcuma longa L.) em diferentes cortes geométricos**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.28, n.2, 2008