

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CAMPUS DE CAMPO MOURÃO

GEOVANE WILLIAN OLIVEIRA

**CINÉTICA DE SECAGEM DE ABACAXI (*Ananas comosus* L.) E
AVALIAÇÃO DE SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2020

GEOVANE WILLIAN OLIVEIRA

**CINÉTICA DE SECAGEM DE ABACAXI (*Ananas comosus* L.) E
AVALIAÇÃO DE SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Profa Dr^a. Aline Takaoka
Alves Baptista

CAMPO MOURÃO

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

CINÉTICA DE SECAGEM DE ABACAXI (ANANAS COMOSUS L.) E AVALIAÇÃO DE SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

GEOVANE WILLIAN OLIVEIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado dia 05 de fevereiro de 2020 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Aline Takaoka Alves Baptista
Prof^a Orientadora

Prof^o Dr Bogdan Demczuk Junior
Banca examinadora

Prof^a Msc Anielle de Oliveira
Banca examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus primeiramente, por toda a força que me deu nos momentos onde eu me encontrava perdido, e ele levantava meu astral, fazendo-me acreditar que eu poderia concluir sim essa graduação, que está sendo conquistada depois de muita luta e fé.

Agradecer a minha mãe Roseni pela minha criação onde foi pautada em humildade, respeito, princípios morais e honestidade. Exemplo de ser humano perseverante e de muita fé, tenha a certeza de que esta etapa que se conclui seria impossível sem a participação de você.

Ao meu cunhado Jean e a minha irmã Tais, pela estadia em sua casa no momento em que mais precisei para que pudesse continuar o curso, e por me entender em alguns casos, gratidão a vocês.

À professora Aline Takaoka pela parceria, dedicação e preocupação comigo durante esse período de orientação, mesmo eu não sendo um orientado 10, não desistiu de mim, e sou extremamente grato e levarei pra vida toda.

À professora Roberta Leone pelo período que estive orientando na execução do TCC, onde não houve a possibilidade de continuar a pesquisa, mas independente de tudo, sou grato por todo ensinamento durante minha caminhada acadêmica.

As minhas amigas Laila, Vanessa, Larissa e Layanne que estiveram ao meu lado nesse tempo todo de graduação, estiveram comigo em momentos tristes e felizes, agradecer pelo companheirismo nesses anos todos e dizer que foram e será a família que eu escolhi pra morar no meu coração.

À Jessica Naiani que em grande parte dessa caminhada estive ao meu lado, me apoiando e mostrando que ela era uma pessoa na qual eu poderia sempre contar, uma amiga que Deus me abençoou em encontrar e tê-la por perto.

À Érika Cardoso que me ajudou e me apoiou em vários momentos pra que eu pudesse estar aqui nessa reta final, mostrando ser uma pessoa de luz e muito especial pra mim, sou imensamente grato por todo o carinho demonstrado á mim.

Agradeço á Érica Regina (*in memoriam*) que partiu muito cedo aos 23 anos de idade e hoje mora com nosso pai eterno, por ter me incentivado logo no

início da graduação, onde com os olhos cheios de lágrimas agradeço de coração por ter feito parte da minha vida, e onde ela estiver que ela saiba que essa minha vitória é sua também.

As professoras que fizeram parte da minha trajetória aqui, agradecer pelos ensinamentos, pelas histórias compartilhadas. Estendo meu agradecimento aos professores que tive a oportunidade de conhecer durante meu período de estágio no laboratório da universidade, onde alguns não me deram aulas, mas que se propuseram a me ajudar caso fosse necessário.

À empresa onde realizei meu estágio obrigatório pela oportunidade de colocar em prática aquilo que aprendi teoricamente em sala de aula, e também aos técnicos de laboratório da UTFPR, Vanessa, Adrielle, Moacir, Marcelo e Kássia pela oportunidade de realizar estágio no laboratório e pelos ensinamentos durante esse período, e também não menos importante agradecer as minhas amigas de estágio pelo companheirismo no tempo que estivemos juntos.

Em especial também as minhas amigas Aline Paviani, Danielle Araújo, Jaqueline Castro que conviveram comigo durante bastante tempo, e hoje moram em outra cidade, mas moram sempre em meu coração, pois sei como torceram e torcem por mim, a minha vitória é de vocês também, minhas eternas amigas de trabalho que viraram amigas pra vida, sou eternamente grato a vocês e amo muito vocês.

Aos amigos e colegas que fiz na universidade e fora dela durante esses anos de estudo, Bárbara Brito, Cindy Lopes, Evelyn Kruger, Vagner Alves, Gabrielly Garcia, Maria Cristiane, Bruna Rosa, Sthefany Lima, Francielle Santos, Amanda Delano, Luana Alencar, Letícia França, Taislaine, Giovanna Mokarzel, Jaqueline ferreira, Polyana Ribeiro, Marcelo Meira, Rodrigo Francisco, Amanda Karoline, Luma Borges, Heloisa Rodrigues, Carol Fernanda, Simone Casagrande, Mônica Suzin, a companhia de vocês fizeram esse período ser menos árduo, e tenham a certeza que fui muito feliz em compartilhar momentos com vocês.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para a conclusão desta graduação.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito”. Não sou o que deveria ser,
“Mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.
(Marthin Luther King)

RESUMO

OLIVEIRA, Geovane Willian. **Cinética de secagem de abacaxi (*Ananas Comosus* L.) E avaliação de suas características físico-químicas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2020.

O abacaxi apresenta-se como um fruto perecível e vulnerável a amassamentos o que acaba provocando perdas pós-colheitas, este fruto pode ser utilizado de diversas formas, tanto para o consumo in natura quanto na industrialização, como por exemplo: pedaços em calda, suco, cristalizados, geléias, licor, vinho, vinagre e aguardente. Associado a isto se menciona a secagem como um dos métodos de utilização do excedente de produção e de diminuição das perdas do produto. Neste trabalho foi estudada a cinética de secagem do abacaxi e a avaliação de suas características físico-químicas. A secagem do abacaxi foi realizada em estufa de circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70°C e os resultados da cinética de secagem foram ajustados pelos modelos matemáticos de Wang, Page, Henderson & Pabis. Além disso, o efeito da secagem foi avaliado através de análises físico-químicas de pH, umidade, sólidos solúveis e acidez total titulável. Com base nos resultados obtidos foi possível verificar que a temperatura influenciou a cinética de secagem do abacaxi pérola e os modelos que melhor se ajustaram foram o de Page e Henderson & Pabis. Quanto as propriedades físico químicas foi possível verificar que o processo de secagem não alterou negativamente suas propriedades e, além disso, este processo é capaz de produzir um alimento com uma vida de prateleira superior visto que há a redução de água do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: abacaxi, cinética de secagem, temperatura, modelos matemáticos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Geovane Willian. **Pineapple drying kinetics (*Ananas Comosus L.*) and evaluation of its physicochemical characteristics**. Course Conclusion Paper (Higher Course in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2020.

Pineapple presents itself as a perishable fruit and vulnerable to kneading which ends up causing post-harvest losses, this fruit can be used in several ways, both for fresh consumption and for industrialization, such as: syrup pieces, juice, candied, jellies, liquor, wine, vinegar and brandy. Associated with this, drying is mentioned as one of the methods of using surplus production and reducing product losses. In this work the drying kinetics of the pineapple and the evaluation of its physical-chemical characteristics were studied. The pineapple drying was carried out in an air circulation oven at temperatures of 50, 60 and 70°C and the drying kinetics results were adjusted by the mathematical models of Wang, Page, Henderson & Pabis. In addition, the drying effect was evaluated through physical-chemical analyzes of pH, humidity, soluble solids and total titratable acidity. Based on the results obtained, it was possible to verify that the temperature influenced the drying kinetics of the pear pineapple and the models that best fit were Page and Henderson & Pabis. Regarding the physical and chemical properties, it was possible to verify that the drying process did not negatively alter its properties and, in addition, this process is capable of producing a food with a higher shelf life since there is a reduction in water.

KEYWORDS: pineapple, drying kinetics, temperature, mathematical models.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 Abacaxi	13
3.2 Atividade de água	14
3.3 Secagem	15
3.4 Frutas desidratadas.....	16
3.5 Curva de secagem	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 Matéria prima	18
4.2 Preparo das amostras	19
4.3 Secagem	19
4.3.1 Modelagem da cinética de secagem	19
4.4 Caracterização físico-química	20
4.4.1 Determinação de umidade da fruta in natura e seca	20
4.4.2 Determinação de sólidos solúveis totais.....	21
4.4.3 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH).....	21
4.4.4 Determinação de acidez total titulável (ATT)	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1 Cinética de secagem.....	22
5.2 Caracterização físico-química	26
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

As frutas possuem em sua composição uma elevada quantidade de nutrientes essenciais ao metabolismo humano, como os carotenóides, polifenóis, vitaminas, antioxidantes, fibras, lipídeos e minerais. Portanto, a inserção de frutas na alimentação é uma excelente alternativa para promover uma dieta balanceada e, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade de vida do consumidor (SOUZA et al., 2015).

Segundo Torregiani e Bertolo (2001), com o passar dos anos a preocupação com a qualidade da saúde tem aumentado e com isso o consumo de frutas se torna mais evidente e essencial, tanto in natura como processadas. Assim, as frutas têm se tornado cada vez mais importantes para as indústrias, podendo ser utilizadas como ingredientes na formulação de diversos alimentos, tais como produtos de confeitaria, sorvetes, sobremesas congeladas, cereais, saladas de frutas e iogurtes surgindo novos produtos com combinações harmônicas de texturas, aromas e sabores.

No Brasil, tem se expandido a cada ano a produção agroindustrial que é favorecida pelos diversos climas do país, graças a sua amplitude territorial, onde se encontram espécies nativas e exóticas existindo uma grande variedade frutífera no país (LEITE et al., 2017). Ainda segundo Leite et al., (2017) essa diversidade tem motivado a implantação de diversas empresas do ramo alimentício e, conseqüentemente, o investimento no mercado de frutas frescas e processadas.

O abacaxi (*Ananas comosus* L.) é cultivado na maioria dos países tropicais, dentre os quais se destaca o Brasil, com grande demanda no mercado frutícola, produzido em quase todas as regiões e Estados da federação. Dentre as variedades existentes, a cultivar Pérola é a mais cultivada no Brasil, seus frutos apresentam forma cônica, a casca pouco colorida, haste frutífera e folhas longas com finos espinhos (CARVALHO et al., 2009).

Segundo Hofsky et al., (2009) o abacaxi apresentar um alto teor de umidade sendo altamente perecível e por este motivo deve ser refrigerado ou processado o mais rapidamente possível após a colheita, a fim de diminuir as perdas. Na conservação de alimentos, a desidratação ou secagem é apontada como um dos procedimentos mais importantes para a diminuição da atividade

de água (a_w) (HOFISKY et al., 2009). E ainda segundo o mesmo autor, esse vem sendo o processo comercial mais utilizado para preservar os alimentos, pois, comparado a outros métodos preservativos para períodos longos, como a centrifugação, o enlatamento, os tratamentos químicos, a irradiação, entre outros, é de custo mais baixo e de operação mais simples.

A operação unitária de secagem é de grande importância, uma vez que visa a preparação do produto para a armazenagem, entretanto, se mal conduzida poderá prejudicar a qualidade comercial do produto ou, por outro lado, acelerar o processo de deterioração durante a armazenagem (SOUSA et al., 2006). Assim, o conhecimento do mecanismo de ação da água entre os materiais biológicos e o ambiente é de grande importância no processo de secagem.

Tendo em vista o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a cinética de secagem do abacaxi Pérola em fatias e a influência da temperatura nas características físico-químicas do mesmo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a cinética de secagem do abacaxi “Pérola” em fatias e a influência da temperatura nas características físico-químicas do mesmo.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a influência da temperatura na cinética de secagem do abacaxi em fatias;

Estudar os modelos matemáticos capazes de representar o processo de secagem do abacaxi;

Caracterizar físico quimicamente o abacaxi in natura e seco a fim de verificar a influência da temperatura no mesmo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Abacaxi

Originário da América do Sul, 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 (REIS et al., 2012). Ainda segundo Reis et al., (2012) a planta adulta, das variedades comerciais, tem de 1,0 a 1,2 metros de altura e 1 a 1,5 metro de diâmetro e no caule insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e depois o fruto.

O abacaxi apresenta-se como um fruto perecível e vulnerável a amassamentos o que acaba provocando perdas pós-colheitas (MIRANDA et al., 2015). De acordo com Alexandre et al., (2014) este fruto pode ser utilizado de diversas formas, tanto para o consumo in natura quanto na industrialização, como por exemplo: pedaços em calda, suco, pedaços cristalizados, geléias, licor, vinho, vinagre e aguardente. Ressaltando ainda, que dos subprodutos desse processo industrial pode-se obter também o álcool, ácidos cítrico, málico, ascórbico, rações para animais e a bromelina (PEREIRA, 2017).

O abacaxi é classificado como fruto não climatérico, isto é, após ser colhido não alcança níveis elevados de características sensoriais como doçura e acidez, além disso, não possui ascensão na taxa respiratória (CORRÊA, 2014). Por este motivo é importante identificar o ponto de maturação ideal para a colheita de frutos não climatéricos, no entanto, a colheita é realizada de acordo com a necessidade do mercado e das indústrias. Dessa forma, na maioria dos casos o tempo de transporte do fruto é mais relevante do que a qualidade sensorial do mesmo, pois são colhidos antes do ponto ideal de maturação (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Uma das principais cultivares do Brasil é a cultivar Pérola conhecida também como Pernambuco ou Branca de Pernambuco, apresenta plantas eretas, folhas longas providas de espinhos, pedúnculos longos, numerosos filhotes e poucos rebentões. Seu fruto é cônico com casca amarelada, polpa branca, pouco ácida, coroa grande e massa média entre 1 a 1,5 kg (SILVA, 2007).

A composição química das frutas varia de acordo com a época do ano em que são produzidas. A colheita de abacaxi é realizada ao longo do ano inteiro,

porém a melhor safra ocorre no verão, de novembro a fevereiro, apresentando um fruto com maior teor de açúcares e menos ácido (TEIXEIRA, 2018). A variedade Pérola apresenta as seguintes características químicas, variando segundo o estado de maturação: pH variando entre 3,6 a 4,15; teor de sólidos solúveis entre 11,6 e 16,2 °Brix; acidez total entre 0,35 e 0,81% (expressa em ácido cítrico); açúcares totais variando entre 9,73 a 15,01% e o teor de açúcares redutores entre 2,82 e 5,06%, dos açúcares existentes, 66% são de sacarose e 34% de açúcares redutores (glicose e frutose) (BLEINROTH, 1987). A Tabela 1 apresenta a composição centesimal do abacaxi in natura de acordo com Valente (2007).

Tabela 1. Composição centesimal do Abacaxi (*Ananas comosus* L.)

Composição Físico-Química	Valores Obtidos
Sólidos Solúveis, (°Brix)	13,43
pH	4,14
Umidade (base úmida), (%)	86,7
Cinzas, (%)	0,24
Fibras, (%)	0,48
Proteínas, (%)	0,59
Lipídeos, (%)	0,16
Açúcares Redutores Totais, (g/100mL)	13,86
Açúcares Redutores, (g/100mL)	3,98
Acidez, (g ácido cítrico/100mL)	0,33

Fonte: Valente (2007)

3.2 Atividade de água

A água é o componente mais importante dos produtos alimentícios, pois exerce uma forte influência sobre as variáveis de um processo, características do produto e atributos de estabilidade. Segundo Molina-Filho et al., (2006) a deterioração dos alimentos está associada ao teor de água disponível para que as alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas ocorram. A água está presente no alimento de duas formas: a forma ligada, que tem mobilidade restrita, e a forma livre que seria a água disponível para reações físicas, químicas

e microbiológicas, expressa pela atividade de água (SORDI et al., 2014). Assim, o processamento de alimentos tem a função de evitar as deteriorações que afetariam a aceitação do alimento pelo consumidor (MOLINA-FILHO et al., 2006). A desidratação de alimentos tem como propósito fundamental abaixar a disponibilidade de água para um nível onde não exista perigo de crescimento microbiano (CÓRDOVA, 2006).

A maioria dos microrganismos cresce em meio com atividade de água (A_w) no intervalo 0,90 - 0,99, contudo, vários microrganismos, às vezes, permanecem vivos por muito tempo em baixa atividade de água, embora não se multipliquem nesse meio (FERREIRA NETO et al., 2005). E por este motivo é necessária a aplicação de técnicas para prolongar sua vida útil.

Dentre as tecnologias aplicadas para a conservação de alimentos, a secagem é considerada bastante eficiente, pois, além de minimizar perdas, aumentando a vida útil dos produtos alimentícios, possibilita, pela redução de massa e volume, economia no transporte e no armazenamento convertendo-os em produtos mais estáveis, promovendo a viabilidade econômica e segurança microbiológica pela eliminação da água do material, por meio da evaporação (DIÓGENES et al., 2013).

3.3 Secagem

Com o passar dos anos o homem veio desenvolvendo varias técnicas de conservação dos alimentos através da utilização de calor, frio, defumação, salga, uso do vinagre, resinas, entre outros (LOPES, 2010). Com a otimização das técnicas de conservação dos alimentos, os produtos podem ser consumidos durante todo o ano, e não só durante a época de safra. (FREITAS; FIGUEIREDO, 2000).

A secagem é um dos meios mais utilizados para a conservação de alimentos. Na aplicação deste processo a quantidade de água livre no alimento é reduzida, diminuindo o crescimento microbiológico, e conseqüentemente aumentando o tempo de conservação do produto sem que haja a necessidade de utilizar aditivos (VILELA; ARTUR, 2008).

O processo de secagem é importante, pois possibilita a obtenção de produtos secos proporcionando a diminuição do volume e da massa; facilidade

no transporte, gerando menores gastos; melhoras significativas quanto ao armazenamento; praticidade, simplificando seu uso e variedade na oferta de produtos (ORDÓÑEZ, 2005; CORRÊA, 2014).

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).

A secagem convectiva é caracterizada pelo contato direto do ar quente com a superfície do alimento, onde difunde energia pelo interior do mesmo, com isso é constituído um nível de pressão de vapor d'água entre o interior e exterior do alimento (Park et al., 2007). É um processo simultâneo ao de transferência de calor e massa entre o produto e o ar da secagem. (SILVA et al., 2018).

Contudo, a secagem convectiva possui baixa eficiência energética, em razão da baixa condutividade térmica dos alimentos e da alta resistência interna à transferência de umidade, causando longo período de taxa decrescente de secagem influenciando de forma negativa quanto às propriedades sensoriais e o valor nutritivo dos produtos (FOUST et al., 2008).

Por este motivo a secagem deve ser realizada de maneira controlada e diferente para cada tipo de produto para que não haja perdas nas propriedades sensoriais e organolépticas dos mesmos.

3.4 Frutas desidratadas

No Nordeste brasileiro, existe uma vasta diversidade de frutos com grande potencial tecnológico, nutricional e econômico. Graças aos modernos sistemas de irrigação e das altas temperaturas durante o ano todo, que permitem uma produção contínua, são cultivadas frutas tropicais, subtropicais e mesmo frutas temperadas. O clima nestas áreas é seco e com um alto nível de exposição solar, permitindo uma boa produtividade e retenção natural de muitas doenças, devido à baixa umidade que predomina em grande parte do ano. Por todos estes motivos, a região Nordeste é considerada a principal região produtora e exportadora de frutas frescas no país (LOPES, 2015).

Já as frutas desidratadas são ótimas fontes de vitaminas e minerais, possuindo boa quantidade de calorias e aliada a uma alimentação equilibrada traz enormes benefícios à saúde (MATOS, 2007).

As frutas desidratadas não perdem suas propriedades nutricionais pois os carboidratos, fibras, vitaminas e minerais ficam mais concentrados e, por isso, são fornecidos em abundância. Porém alguns fatores devem ser levados em consideração pois alguns nutrientes termos sensíveis, 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), desta forma a desidratação pelo uso do calor pode ser uma melhor opção neste sentido.

3.5 Curva 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.

Segundo Murr (2005) 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. 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).

Assim, o estudo da cinética de secagem visa o conhecimento do comportamento do material ao longo do processo e a predição do tempo de secagem, uma vez que a modelagem do processo é de grande importância para

o desenvolvimento e a otimização dos secadores, além de possibilitar padronização do processo (ALEXANDRE, 2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

Os abacaxis da cultivar Pérola foram adquiridos no comércio da cidade de Campo Mourão - Paraná e transportados em embalagens plásticas até o local

dos ensaios – laboratórios de tecnologia da UTFPR, *campus* Campo Mourão. Os frutos foram selecionados de acordo com a qualidade, uniformidade e grau de maturação.

4.2 Preparo das amostras

Os frutos selecionados e higienizados foram descascados, retirados seus miolos e cortados manualmente em rodela de aproximadamente 1 cm de espessura. Na sequência as rodela de abacaxi foram divididas em 8 partes iguais com a utilização de faca inoxidável, por fim as amostras foram pesadas em triplicata e colocadas imediatamente na estufa para secagem.

4.3 Secagem

Para determinação da curva de secagem foi utilizado uma estufa de circulação de ar quente, onde foram analisadas 3 temperaturas distintas sendo elas, 50°C, 60°C e 70°C. As amostras foram pesadas e colocadas sobre telas de nylon, fixadas em bandejas de alumínio, para facilitar a circulação de ar e a uniformidade da secagem do material.

Inicialmente foram pesadas em intervalos de 15 min na primeira hora, de meia em meia hora nas duas horas seguintes e por fim de uma em uma hora até atingir peso constante (MACHADO et al.,2012).

4.3.1 Modelagem da cinética de secagem

As curvas de secagem foram obtidas pela conversão dos dados referentes à perda de água no parâmetro adimensional de umidade (AD), realizados para cada intervalo de tempo, conforme Equação 1.

$$AD = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (1)$$

Em que:

AD: adimensional de umidade;

X: teor de água, bs;

X_e: teor de água de equilíbrio, bs;

X_o: teor de água inicial, bs.

Os modelos matemáticos de Wang, Page e Henderson & Pabis, descritos na Tabela 2, foram ajustados as curvas experimentais de secagem utilizando-se o software Statistica versão 8.0. O critério para a escolha do melhor modelo cinético foi baseado nos maiores valores obtidos do coeficiente de determinação (R^2) e do menor valor da raiz do erro médio (RM).

Tabela 2. Modelos Matemáticos aplicados.

Modelo	Nome do Modelo
$AD = \exp(-kt^n)$	Page
$AD = 1 + at + bt^2$	Wang e Smith
$AD = a \exp(-kt)$	Henderson e Pabis

As letras a, b, k e n são constantes de cada modelo fornecido pelo software Statistic 8.0

A Equação 2 apresenta como foi calculado o valor do RM.

$$RM = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{\text{exp},i} - X_{\text{pred},i})^2 \right)^{1/2} \quad (2)$$

Em que:

$X_{\text{exp},i}$: umidade obtida experimentalmente;

$X_{\text{pred},i}$: a umidade predita pelo modelo;

N: o número de experimentos.

4.4 Caracterização físico-química

Todas as análises foram realizadas em triplicata na fruta in natura e também na fruta após a secagem em estufa, de acordo com os procedimentos que serão descritos a seguir. A caracterização das amostras de abacaxi foram feitas a partir de análises de pH, acidez total titulável, umidade, sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.1 Determinação de umidade da fruta in natura e seca

A determinação do teor de água das amostras de abacaxi in natura foi realizada em estufa (Cienlab) sob pressão atmosférica a 105°C até peso

constante, para isso pesou-se aproximadamente 10 g da amostra em triplicata em cápsula de porcelana com tampa previamente tarada (IAL, 2008).

Para as amostras de abacaxi secas (50°C, 60°C e 70°C) foi pesado aproximadamente 6 g da amostra homogeneizada, em cápsula de porcelana com tampa, previamente tarada, por cerca de 6 horas a 70°C. Após o tempo em estufa, as amostras foram colocadas em dessecador até que ficasse em temperatura ambiente para que posteriormente pudessem ser pesadas para obtenção dos resultados (IAL, 2008).

Para o cálculo do percentual de umidade na fruta in natura e nas frutas secas foi utilizada a Equação 3.

$$\text{Umidade \%} = \frac{P1-P2}{PA} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

P1: peso da cápsula com a amostra antes da secagem;

P2: peso da cápsula com a amostra após a secagem;

PA: peso da amostra em gramas.

4.4.2 Determinação de sólidos solúveis totais

Para a determinação dos sólidos solúveis foi utilizado 10 g de amostra diluída em 100 mL de água destilada onde foram processadas em um mixer para uma completa homogeneização da amostra. A obtenção dos resultados foi através de leitura direta em refratômetro de bancada em temperatura ambiente. Análises foram realizadas nas frutas secas e in natura em triplicata e os resultados expressos em °Brix.

4.4.3 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH foi utilizado 10 g de amostra diluída em 100 mL de água destilada onde foram processadas em um mixer para uma completa homogeneização da amostra. Na sequência a determinação do pH foi realizada por medida direta em pHmetro de bancada da marca Gehaka, modelo PG 2000.

4.4.4 Determinação de acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada nas amostras de abacaxi desidratado nas variadas temperaturas e no abacaxi in natura utilizando-se 10 mL da amostra homogeneizada conforme descrito no item anterior, 100 mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína e seguiu-se para a titulação até o ponto de viragem. Para a titulação foi utilizada uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1mol/L padronizada, sendo o resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico.

Para a determinação dos resultados foi utilizada a Equação 4 (IAL, 2008).

$$\% \text{ ácido cítrico} = \frac{V \times F \times M \times 100}{P} \quad (4)$$

Em que:

V: nº de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação;

F: fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P: massa da amostra em g ou volume pipetado em mL;

M: molaridade da solução de hidróxido de sódio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Cinética de secagem

Na Figura 1 estão apresentadas as cinéticas de secagem do abacaxi em fatia nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, na forma do adimensional de umidade (AD) em função do tempo.

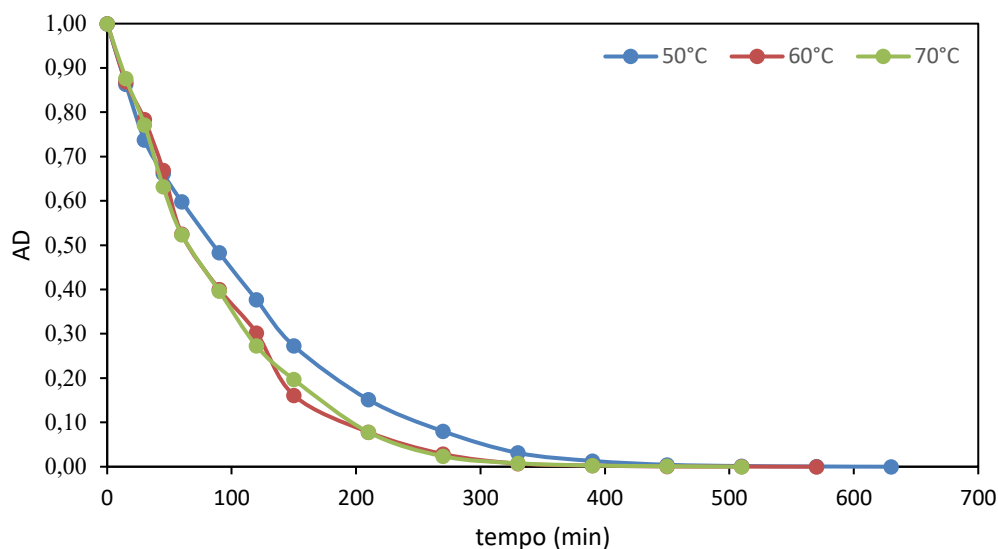


Figura 1. Curvas de Secagem do abacaxi para as temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Por meio da Figura 1 pode-se perceber que o processo de secagem apresentou em todas as condições de temperatura estudadas, comportamento semelhante, uniforme e contínuo. Além disso, é possível verificar que as curvas de secagem foram influenciadas pela temperatura, com a redução gradativa nos tempos sob o efeito da utilização de temperaturas mais elevadas do ar de secagem. Os tempos aproximados de secagem foram de 630, 570 e 510 minutos para as temperaturas de 50, 60 e 70°C respectivamente. Assim pode-se verificar que a temperatura é uma variável de grande influência no processo, fato este também observado por Hofsky et al. (2009) e Machado et al., (2012) que em seus trabalhos estudaram também a secagem de abacaxi obtendo este mesmo comportamento.

Outro fator a ser considerado é que para todas as temperaturas estudadas a perda de umidade é mais rápida no início do processo, já em um segundo momento a taxa de desidratação começa a decrescer gradualmente fato este também observado por Dalagnol e Kruger (2014) que também trabalharam com a secagem do abacaxi.

Na Tabela 3 têm-se os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Wang ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem do abacaxi em fatias, os coeficientes de determinação (R^2) e valor da raiz do erro médio (RM) para as temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Tabela 3. Valores de R² e RM para os Modelos Matemáticos nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Modelo	50°C		60°C		70°C	
	R ²	RM	R ²	RM	R ²	RM
Wang	93,13	0,0813	94,73	0,0804	91,73	0,0988
Page	99,75	0,0169	99,80	0,0157	99,91	0,0101
Henderson & Pabis	99,76	0,0163	99,54	0,0230	99,77	0,0150

Por meio da Tabela 3 pode se verificar que os três modelos aplicados se ajustaram bem aos dados experimentais das três temperaturas, obtendo coeficientes de determinação maiores que 91%. Os modelos de Page e Henderson & Pabis se ajustaram melhor aos dados experimentais com coeficiente de determinação acima de 99%, este mesmo comportamento pode ser observado nos estudos de Hofsky et al., (2009) e Oliveira (2014). Além de obterem coeficiente de determinação elevado, os valores de raiz do erro médio para estes modelos foram pequenos podendo ser utilizados para a predição da cinética de secagem de abacaxi em fatias nas condições utilizadas no presente trabalho.

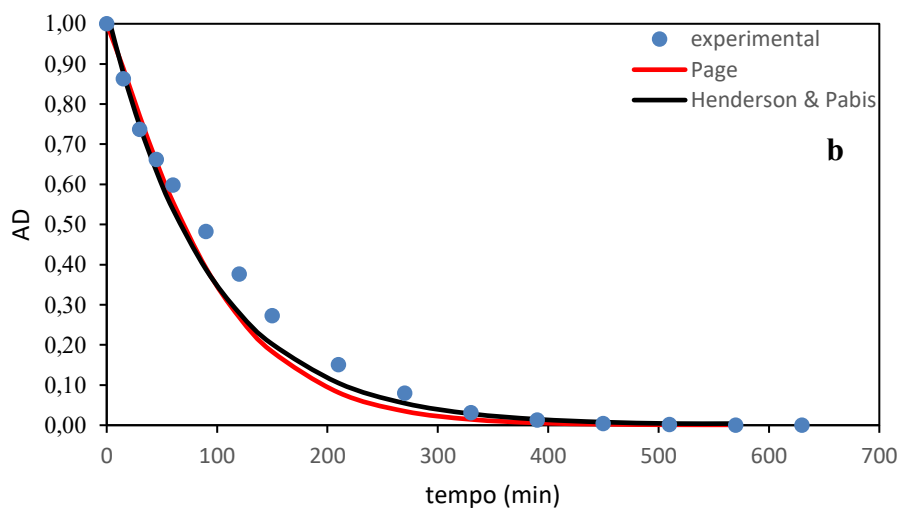
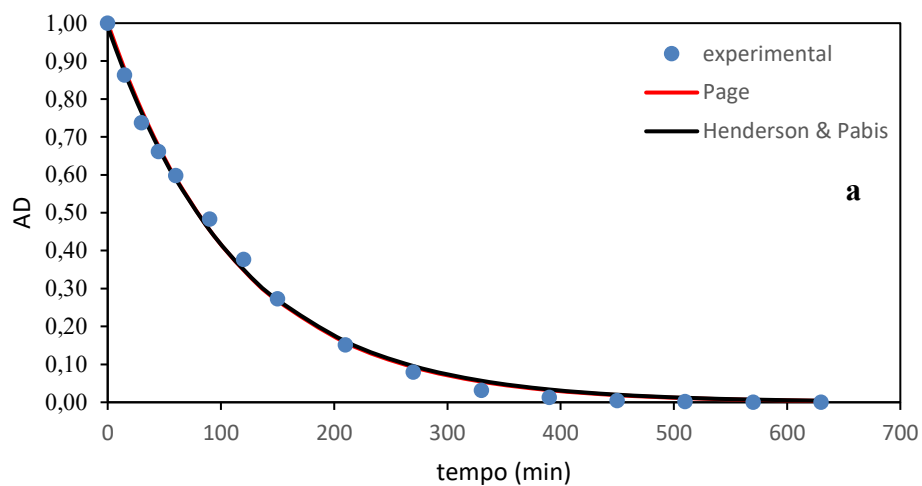
Os valores dos parâmetros da equação para cada temperatura estão descritos na Tabela 4. Os parâmetros fornecidos podem ser aplicados na equação de Page e Henderson & Pabis tornando possível estimar matematicamente as relações do teor de umidade e tempo de secagem para cada temperatura estudada.

Tabela 4. Constantes do modelo Page e Henderson & Pabis para as temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Temperatura (°C)	Modelo	a	k	n	k
50	Page	-	-	1,0044	0,0086
	Henderson & Pabis	0,9903	0,0087	-	-

60	Page	-	-	1,1597	0,0051
	Henderson & Pabis	1,0332	0,0109	-	-
70	Page	-	-	1,1168	0,0063
	Henderson & Pabis	1,0279	0,0110	-	-

A Figura 2 apresenta os gráficos contendo os dados experimentais e os preditos pelos modelos de Page e Henderson & Pabis onde é possível observar que os ajustes dos modelos ocorrem de modo satisfatório.



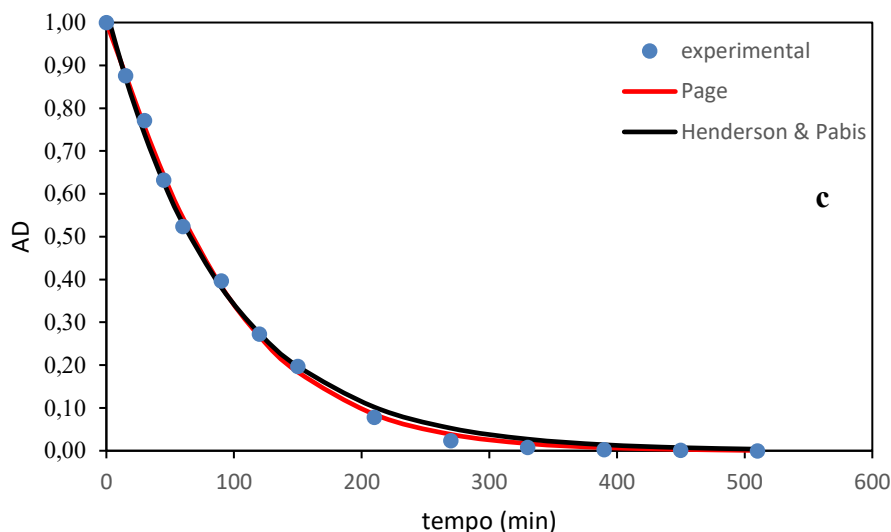


Figura 2. Ajuste dos dados experimentais e preditos pelo modelo de Page e Henderson & Pabis nas temperaturas de 50°C (a), 60°C (b) e 70°C (c).

5.2 Caracterização físico-química

Na Tabela 5 estão apresentados os dados das análises de caracterização físico-química das amostras in natura e secas nas temperaturas de 50°C, 60°C e 70°C.

Tabela 5. Resultado das análises de caracterização físico química das amostras in natura e secas a 50°C, 60°C e 70°C.

	In natura	Seca 50°C	Seca 60°C	Seca 70°C
Umidade (%)	87,17 ± 0,36	3,38 ± 0,48	2,26 ± 0,13	1,67 ± 0,12
Sólidos solúveis totais (°Brix)	13,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	8,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00
pH	3,67 ± 0,02	3,78 ± 0,02	3,69 ± 0,01	3,74 ± 0,01
ATT – Ácido cítrico (%)	2,9 ± 0,06	6,6 ± 0	7,5 ± 0,1	8,1 ± 0,06

De acordo com os dados da Tabela 5, pode-se observar que o abacaxi in natura apresentou elevado teor de umidade de 87,17% o que já era esperado

devido as características intrínsecas da fruta. O valor de umidade encontrado no presente estudo está de acordo com os estudo de Barros et al., (2019) e Santos et al., (2019) que obtiveram para o mesmo produto valores de 87,97% e 86,59% de umidade respectivamente. Além disso, o valor encontrado no presente trabalho é similar ao da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011) que é de 86,3%.

Já para a fruta seca nas temperaturas de 50, 60 e 70°C foram encontrados valores de umidade de 3,38%, 2,26% e 1,67% respectivamente, sendo esta redução do teor de umidade coerentemente proporcional à temperatura, pois o menor percentual de umidade encontrado foi para a temperatura de 70°C (1,67%). Assim pode-se afirmar que o abacaxi desidratado está em consonância com os parâmetros estabelecidos pela legislação para produtos desidratados. A RDC n° 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).

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais, este é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que esses teores vão se acumulando na fruta, ou seja, indicam um estágio terminal de maturação. Os SST são importantes pois incluem compostos responsáveis pelo sabor das frutas (PORTELA et al., 2012).

A concentração de sólidos solúveis totais da fruta in natura foi de 13°Brix, medida essa inferior ao que foi observado por Barros et al., (2019) com valor 14°Brix, diferenças neste quesito podem ser devido ao período em que foi feita a colheita da fruta e as condições edafoclimáticas. Quanto as amostras desidratadas pode-se verificar uma redução no teor de sólidos solúveis, uma possível explicação para este comportamento pode estar relacionado a perda de constituintes do abacaxi juntamente com a água durante o processo de secagem ou também pelo fato dos abacaxis utilizados para as análises não estarem no mesmo grau de maturação.

Assim como a umidade, o pH é um fator de fundamental importância na limitação dos tipos de microrganismos capazes de se desenvolverem nos alimentos. De acordo com Gava & Silva (2008) o pH representa o inverso da concentração de íons hidrogênio (H⁺) de um alimento, e quanto maior essa

concentração menor é o valor do pH. Como pode ser observado na Tabela 5 as medidas de pH não divergiram entre a amostra in natura e as temperaturas de secagem, ficando próximos a 3,70, ou seja, um pH ácido. De acordo com Ramos et al., (2008) a redução no conteúdo de água não interfere no potencial hidrogeniônico do alimento fato este verificado no presente estudo. Além disso, o valor de pH encontrado neste trabalho foi muito similar ao valor observado por Machado et al., (2012) que também trabalhou com abacaxi desidratado.

A acidez nas frutas e hortaliças está relacionada com a presença de ácidos orgânicos e estes contribuem para a acidez e aroma característico devido à volatilidade de alguns componentes. No abacaxi, os principais ácidos são o cítrico e o málico, os quais contribuem, respectivamente, com 80% e 20% da acidez total (CHITARRA & CHITARRA, 2006). Conforme verificado na Tabela 5, a fruta in natura apresentou uma acidez elevada de 2,9% quando comparada com o estudo de Berilli et al., (2014) que encontrou 0,59%, e com o estudo de Valente (2007) que obteve um valor de 0,33%. Essas diferenças na acidez do abacaxi podem ser explicadas pelo fato destes parâmetros serem afetados por fatores como variedade, estágio de maturação, água, adubação e temperatura, entre outras (THÉ et al., 2010). Já, para a ATT das amostras secas foi possível verificar um aumento deste parâmetro atingindo valores de 6,6% (50°C), 7,5% (60°C) e 8,81% (70°C). O comportamento mencionado anteriormente pode estar relacionado ao fato de que com a desidratação ocorre redução do teor de umidade ocorrendo a concentração de alguns nutrientes e compostos, como os ácidos orgânicos, fato este também observado por Ramos et al., (2008) em seus estudos.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos foi possível verificar que a temperatura influenciou a cinética de secagem do abacaxi pérola sendo os tempos aproximados de secagem de 630, 570 e 510 minutos para as temperaturas de 50, 60 e 70°C respectivamente. Dos modelos testados, o de Page e Henderson & Pabis se ajustaram melhor aos dados experimentais com coeficiente de determinação acima de 99% e valores de raiz do erro médio pequenos podendo desta forma serem utilizados para a predição da cinética de secagem de abacaxi em fatias nas condições utilizadas no presente trabalho.

Com relação as propriedades físico químicas de umidade, a amostra in natura apresentou-se conforme a literatura e o aumento da temperatura influenciou na perda de umidade sendo o menor percentual encontrado para a temperatura de 70°C (1,67%). A concentração de sólidos solúveis totais da fruta in natura foi de 13°Brix apresentando-se similar ao encontrado em outros

estudos, as amostras secas obtiveram valores diferenciados entre si e inferiores a in natura provavelmente pela perda de compostos juntamente com a água ou devido a diferença de estágio de maturação das frutas. Já o pH das amostras apresentou-se praticamente inalterado próximo de 3,70 demonstrando que a secagem não influenciou neste quesito. E por final, a acidez do abacaxi in natura apresentou-se elevada com 2,9% e com o aumento da temperatura de secagem este parâmetro também aumentou podendo estar relacionado à concentração de alguns nutrientes e compostos, como os ácidos orgânicos durante o processo de secagem. Por meio deste estudo foi possível verificar que o processo de secagem não alterou negativamente as propriedades do abacaxi e, além disso, este processo é capaz de produzir um alimento com uma vida de prateleira superior visto que há a redução de água do mesmo.

7. REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H. V. Cinética de secagem de resíduos de abacaxi (ananas comosus L.) enriquecidos com a levedura *saccharomyces cerevisiae*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2010.

ALEXANDRE, H. V. et al. Isotermas de dessorção de resíduos de abacaxi. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – **COBEQ, 2014**. São Paulo. Anais... São Paulo: Blucher, 2015, p. 3472-3479.

BARROS, S. L.; SILVA, W. P.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; ARAÚJO, T. J.; SANTO, N. C.; GOMES, J. P.; Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade físico-química de geleias elaboradas com abacaxi e canela. **Revista Principia**; nº 45; p. 150-157, 2019.

BERILLI, S. S.; FREITAS, S. J.; SANTOS, P. C.; OLIVEIRA, J. G. CAETANO, L. C. S.; Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 503-508, Junho 2014.

BLEINROTH, E. W. Capítulo II: matéria-prima. Série frutas tropicais: abacaxi. **2ed. ITAL** – Campinas, p. 133-164, 1987.

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.

BRASIL. 2005. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwOQ%2C%2C>>, acesso em 10 de jan. de 2020.

BRASIL. 2005. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005.

Carvalho, S. P; Pereira, J. M; Borges, M. S; Marin, J. O. B. (2009). Panorama da produção de abacaxi no Brasil e comportamento sazonal dos preços de abacaxi “Pérola” comercializados na Ceasa Go. Anais: **47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Porto Alegre-RS.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. B. (2005) Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **2. ed. Lavras**: UFLA. P.783.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

CÓRDOVA, K.R.V. Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba – PR, 2006.

CORRÊA, P. G. Secagem convectiva de abacaxi combinada com aplicação de potência de micro-ondas variável. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

DALAGNOL, M. T.; KRUGER, C. Desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem de abacaxi (ananas comosus L. merril) variedade smooth cayenne. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, 2014.

DIÓGENES, A. M. G.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SANTOS, D. C. Cinética de secagem de grãos de abóbora. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 1, p. 71-80, 2013.

FERREIRA NETO, C.J.; FIGUEIREDO, R.M.F. de; QUEIROZ, A.J. de M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Revista Ciência agrotécnica**. v. 29, n. 4, pp. 795-802. 2005.

FREITAS, A. C; FIGUEIREDO, Paulo. **Conservação de Alimentos**. Lisboa, 2000.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W. (2008) Princípios das operações unitárias. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 670 p.

GAVA, A.F.; SILVA C.A.B. Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. cap.4, p. 93.

GONÇALVES, S. da S.; ANDRADE, J. S.; SOUZA, R. S. (2010) Influência do Branqueamento nas características físico químicas e sensoriais do abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição** Araraquara. Vol. 21, N. 4.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos. 4ª. ed. São Paulo.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência da umidade inicial da alimentação no tempo de secagem em secador atomizador. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.1, p.1-8, 2008.

LEITE, D. D. F.; SANTOS, F. S.; SANTOS, D. C.; LISBÔA, J. F.; FERREIRA, J. P. L.; QUEIROZ, A. J. M.; Modelagem matemática da cinética de secagem da casca do abacaxi. **Revista Verde**, v.12, n.4, p.769-774, 2017.

LOPES, Danilo F.C et al. Utilização de um secador solar de baixo custo para a secagem de sardinha. **VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**. Campina Grande, 2010.

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

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, R. R. S. Avaliação do potencial de produção de frutas de clima temperado no nordeste brasileiro. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17393/1/Paulo-Roberto.pdf>. Acesso em: 14/01/2020.

MACHADO, A. M.; SOUZA, M. C.; JUNQUEIRA, M. S; SARAIVA, S. H.; TEIXEIRA, L. J. Q.; Cinéticas de secagem do abacaxi cv. Pérola. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 429, 2012.

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

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

MIRANDA, D. S. A. et al. Elaboração e caracterização de néctar de abacaxi pérola adoçado com glucose de milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 82-87, 2015.

MOLINA-FILHO, L.; PEDRO, M.A.M.; TELIS-ROMERO, J.; BARBOZA, S.H. R. Influência da temperatura e da concentração do cloreto de sódio (NaCl) nas isotermas de sorção da carne de tambaqui (*Colossoma macroparum*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.26, n.2, pp. 453-458. 2006.

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.

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

OLIVEIRA, A. S. B. Estudo da secagem de casca de abacaxi visando desenvolvimento de chá a partir do produto seco. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes –RJ, 2014.

ORDÓÑEZ, J. A (Org.) (2005) Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Vol1. Porto Alegre: Artmed.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C.; OLIVEIRA, R.A.; PARK, K.J.B. (2007) Conceitos de processo e equipamentos de secagem. 121p. Campinas: Unicamp.

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

PEREIRA, L. F. Aplicação de revestimento comestível em abacaxi minimamente processado. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. N.; RODRIGUES, S.; CARINI, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro “Camino Real” em hidroponia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 792-798, 2012.

RAMOS, A.M.; QUINTERO, A.C.F.; FARAONI, A.S.; SOARES, N.F.F.; PEREIRA, J.A.M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**. v.19, n.3, p. 259-269, 2008.

REIS, L.L.(2012) Custo de produção e Rentabilidade de Abacaxi pérola em Cassilândia (MS) Sub diferentes doses de Potássio. Uberlândia. V 28. P 725-733.

SANTOS, B. A.; TEIXEIRA, F.; RANDOLPHO, G. A.; SCHWARS, K.; SANTOS, E. F.; RESENDE, J. T. V.; NOVELLO, D.; Caracterização química e nutricional de polpa de frutas armazenadas sob congelamento. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde** | v. 17 | n. 1 | jan./jul. 2019.

SILVA, J. O.; MARCELINO, T. O . A. C.; SILVA, C. S.; OLIVEIRA, L. G.; Avaliação da influência da velocidade de entrada da partícula no processo de secagem do bagaço de cana via ciclone secador: simulação. **III Conapesc**, Campina Grande PB, 2018.

SILVA, W. C. da. (Ed.). Sistema de produção para a cultura do abacaxi no Estado de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, Emater-RO. 2007. 34 p.

SORDI, C.; SUREK, D.; TAVERNARI, F. C. **Isotermas de adsorção de matérias primas e de rações fareladas e peletizadas para galos**. 8º Jinc. Jornada de iniciação científica, Concórdia SC, 2014.

SOUSA, M. de B.; PEDROZA, J.P.; Beltrão, N.E. de M.; Severino, L.S.; Dantas, F.P. Cinética de secagem do farelo de mamona. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.2, p.139-146, 2006.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por spray drying: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2015.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (2011) 4 Ed. Unicamp.

TEIXEIRA, N. S. Aproveitamento do Albúmen Sólido do Coco Verde para Obtenção de Smoothie de Frutas Tropicais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica – RJ, 2018.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. de P.; SILVA, L. I. M. M. da; ARAÚJO, B.M. de. Características físicas, físico-química, e atividade enzimática de abacaxi cv. Smooth Cayenne recém colhido. **Revista Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, abr./jun. 2010.

TINOCO, Moacir. Os prós e contra das frutas desidratadas. Disponível em: Acesso em: 12 de jan. 2020

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

VALENTE, P.P.S. de. Desidratação osmótica e secagem de abacaxi (*Ananas cosomus* (L.) Merrill) variedade pérola. Campinas 2007, Dissertação – Unicamp/FEA

VILELA, C. A. A.; Artur, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p. 387- 394, 2008.