



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I CAMPINA GRANDE - PB
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

YNIS THACIANE FELIX DA SILVA

SECAGEM EM FRUTAS: REFERENCIAL TEÓRICO

**CAMPINA GRANDE - PB
2017**

YNIS THACIANE FELIX DA SILVA

SECAGEM EM FRUTAS: REFERENCIAL TEÓRICO

Artigo apresentado a Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dra. Pablícia Oliveira Galdino

CAMPINA GRANDE- PB
2017

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586s Silva, Ynis Thaciane Felix da.
Secagem em frutas [manuscrito] : referencial teórico / Ynis Thaciane Felix da Silva. - 2017.
35 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação : Profa. Dra. Pablícia Oiveira Galdino, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."

1. Frutas. 2. Desidratação. 3. Métodos de secagem.

21. ed. CDD 664.8

YNIS THACIANE FELIX DA SILVA


SECAGEM EM FRUTAS: REFERENCIAL TEÓRICO

Artigo apresentado a Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

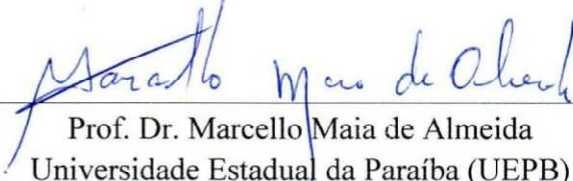
Orientador: Prof. Dra. Pablícia Oliveira Galdino.

Aprovada em: 18/12/2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra Pablícia Oliveira Galdino (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dra. Ângela Maria Santiago
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meus pais, pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Arimatéia, coordenador do curso de Química Industrial, por seu empenho e disposição em ajudar.

À professora Pablicia Oliveira Galdino pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

À minha mãe Maria Goretti da Silva, ao meu pai João Felix da Silva, às minhas irmãs Ana Raquel da Silva Moraes e Yanne Katharina Felix da Silva, pela compreensão por minha ausência nas reuniões familiares.

À minha avó e tia (*Luzia Maria de Melo Silva e Vania de Melo Silva*), embora fisicamente ausentes, sentia sua presença ao meu lado, dando-me força.

Aos alunos do Curso de Química Industrial 2013.1 da UEPB, em especial, Carla Arruda, Maria Carolina, Alidiany Nascimento, que contribuíram ao longo da minha formação, por meio das conversas, debates e conselhos, para o desenvolvimento desta pesquisa, pelos momentos de amizade e apoio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	OBJETIVOS	8
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	8
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	8
2	METODOLOGIA	8
3	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.1	FRUTAS	9
3.2	SECAGEM	12
3.2.1	MÉTODOS DE SECAGEM	15
3.2.1.1	SECAGEM NATURAL	15
3.2.1.2	SECAGEM EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DE AR	17
3.2.1.3	SECAGEM POR LIOFILIZAÇÃO	18
3.2.1.4	SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO (SPRAY DRYER)	19
3.2.1.5	DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	21
3.3	ALTERAÇÕES PROVOCADAS PELA SECAGEM	22
3.3.1	Física	22
3.3.1.1	COR	22
3.3.1.2	TEXTURA	24
3.3.1.3	FLAVOR	25
3.3.2	Química	25
3.3.2.1	REAÇÃO DE MAILLARD	25
4	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

SECAGEM EM FRUTAS: REFERENCIAL TEÓRICO

Ynis Thaciane Felix da Silva*

RESUMO

A fruta é um produto procedente da frutificação de uma planta destinado ao consumo in natura. O Brasil ocupa o terceiro lugar no *ranking* mundial desta produção segundo dados do IBGE em 2017. A fruta é semi-perecível, o que exige técnicas de conservação objetivando o aumento de vida útil do produto e redução das possíveis perdas. A secagem surge como uma alternativa tecnicamente viável de conservação de alimentos com a remoção de água livre do produto reduzindo as condições de deterioração. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é a realização de um referencial teórico sobre os processos de desidratação de frutas no Brasil. Para tal, utiliza-se uma metodologia de estudo transversal com levantamento bibliográfico na literatura científica, a partir da compilação de trabalhos publicados em revistas científicas, livros especializados e dados estatísticos da produção de frutas no Brasil e seu processamento. No estudo, o levantamento teórico baseado em vários autores nos remeteu à comparação científica sobre cada processo e os seus efeitos sobre o produto com uma preocupação referente à manutenção da qualidade, uma vez que a exposição às altas temperaturas por longos períodos de tempo podem comprometer a textura, sabor, aroma, cor e os valores nutricionais da fruta.

Palavras-Chave: Frutas. Desidratação. Conservação das propriedades nutricionais.

* Aluno de Graduação em Química Industrial na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
Email: ynisthaciane@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A produção de frutas no Brasil esteve em terceiro lugar no ranking mundial com produção em torno de 38,7 milhões na última safra (IBGE, 2017). Na safra 2016/2017, seu valor bruto de produção (VBP) atingiu R\$33,3 bilhões segundo dados da Produção Agrícola Municipal (PAM, 2016), divulgada em setembro deste ano pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Atualmente a fruticultura no Brasil ocupa área de 2,5 milhões de hectares comerciais. A fruticultura nordestina representa 27% da produção nacional de frutas e responde a 24% do valor da agricultura regional (IBGE, 2017).

As frutas são amplamente conhecidas pela sua importância alimentar. São excelentes fontes de nutrientes, principalmente vitaminas e sais minerais. Além destes nutrientes, muitas frutas apresentam substâncias com ação medicinal e seu uso como medicamento é um hábito utilizado pela humanidade há mais de 5000 anos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Segundo Negri (2017), elas fornecem nutrientes, sabores acentuados, elevados teores de fibras, minerais, água e compostos antioxidantes, contribuindo de maneira benéfica para a saúde da população.

A água está presente nas frutas em abundância. Devido à grande disposição de água, as frutas são alimentos altamente perecíveis. Estima-se que 40% da colheita dos frutos são desperdiçadas entre a colheita no campo até a chegada ao mercado consumidor (ALVES et al., 2011).

De acordo com OLIVEIRA (2014), a secagem prolonga o tempo de consumo da fruta como produto acabado, e como matéria prima podendo ser adicionada em alimentos mais elaborados aumentando a oferta em épocas em que a safra tenha finalizado, além de poder contribuir com a redução das perdas em decorrência da deterioração, esta técnica consegue retirar grande parte da água livre da fruta, permitindo o transporte e armazenamento a um custo relativamente baixo.

Nespolo (2015) define secagem como um processo que leva à retirada da água, com concentração do teor de açúcar presente e à acentuação do sabor e da cor.

Santos et al. (2016) destacam que dentre algumas das vantagens de frutas desidratadas estão a limitação do crescimento de microrganismos e redução de reações químicas e enzimáticas, pela redução da atividade de água. Além de menos custos com embalagens, menor área de armazenamento e facilidade no transporte.

A secagem é a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido. E a quantidade de água presente no sólido é chamada de umidade (PARK et al., 2007).

A secagem de produtos com elevado teor de umidade inicial apresenta diversas vantagens tais como: inibição da ação de microrganismos, manutenção de constituintes minerais, redução de custos de transporte, manuseio e estocagem, tornando-se uma alternativa para a solução dos problemas de perda, descarte e poluição; além de alterar as características sensoriais do fruto, a secagem promove, entre outras, alteração do sabor e textura do fruto, conferindo-lhe paladar exótico, muito apreciado pelos consumidores (SANTOS et al., 2015).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 *Objetivo geral*

Realizar um referencial teórico sobre os processos de desidratação em frutas no Brasil.

1.1.2 *Objetivos específicos*

- Relatar sobre os aspectos gerais das frutas;
- Descrever sobre os processos de secagem das frutas;
- Relacionar os tipos de frutas empregadas aos tipos de secagem;
- Explicar as alterações nutricionais e organolépticas provocadas nas frutas pela secagem.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa consistiu em um referencial teórico sobre secagem de frutas com base na produção, classificação, diversidade, disponibilidade e consumo das frutas no Brasil. Utilizou-se dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Organização Mundial de Saúde (OMS).

Os textos bibliográficos foram extraídos a partir da compilação de trabalhos publicados em periódicos científicos, livros especializados, apostilas técnicas e dissertações acadêmicas na área de conservação de frutas pela secagem. Os principais temas abordados foram os aspectos gerais das frutas, os métodos de secagem e as alterações sensoriais nas frutas provocadas nos diversos tipos de secagem.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. FRUTAS

A legislação brasileira (Resolução - CNNPA nº 12, de 1978) define frutas como "produto procedente da frutificação de uma planta destinado ao consumo in natura" que devem "ser procedentes de espécimes vegetais genuínos e sãos". Ainda, de acordo com a ANVISA, as frutas podem ser classificadas de acordo com as suas características em:

- a) Extra - Quando constituída por fruta de elevada qualidade, sem defeitos, bem desenvolvidas e maduras, que apresentam tamanho, cor e conformação uniformes. Os pedúnculos e a polpa devem estar intactos e uniformes. Não são permitidos manchas ou defeitos na casca.
- b) De primeira - Quando constituída por fruta de boa qualidade, sem defeitos sérios, apresentando tamanho, cor e conformação uniformes, devendo ser bem desenvolvidas e maduras. São tolerados ligeiros defeitos na conformação, tamanho e cor. As frutas podem apresentar ligeiras manchas no epicarpo (casca), desde que não prejudiquem a sua aparência geral. A polpa deve estar intacta e firme. O pedúnculo pode estar ligeiramente danificado.
- c) De segunda - Quando constituída por frutas de boa qualidade, compactos e firmes, mas que não foram classificadas nas classes anteriores. As frutas podem apresentar ligeiros defeitos na cor, desenvolvimento e conformação, desde que conservem as suas características e não prejudiquem a sua aparência. As frutas não podem ser de tamanho muito pequeno. A casca não pode estar danificada, sendo, porém, tolerados pequenos defeitos ou manchas. A polpa deve estar intacta. Não são permitidas rachaduras nas frutas, contudo são toleradas rachaduras cicatrizadas.
- d) De terceira - esta classe, destinada a fins industriais, será constituída por frutas que não foram classificadas nas classes anteriores, desde que conservem as suas características. Não é exigida a uniformidade no tamanho, cor, grau de maturação e conformação. As frutas podem ser de tamanho pequeno. Não são permitidas rachaduras abertas, contudo, são toleradas as rachaduras cicatrizadas, defeitos e manchas na casca.

De acordo com vários autores como Curi et al., 2015A; Guedes et al., 2013; Maro et al., 2014; Moura et al., 2012, devido à grande propagação de informações sobre as características e propriedades nutricionais de espécies como amora-preta, framboesa, morango e mirtilo que têm despertado crescente interesse por parte de produtores, comerciantes, consumidores e pesquisadores, estas são denominadas de "pequenas frutas".

As frutas contêm nutrientes essenciais para manter uma ótima saúde e assim o bom funcionamento de todo o corpo. Estes nutrientes são substâncias químicas classificadas em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles que o corpo precisa em maior quantidade, como os carboidratos, as proteínas, as fibras, os lipídios e a água. Os micronutrientes que são as vitaminas e os minerais são necessários somente em pequenas quantidades, mas fazem parte do grupo dos alimentos chamados reguladores, que, como o próprio nome diz, regulam o equilíbrio de todas as funções orgânicas (MELO, 2017).

As condições de baixa pressão e temperatura em que a água é removida tornam-se fatores determinantes para a preservação da qualidade nutricional do alimento, pois os nutrientes termolábeis, em especial as proteínas, assim como os micronutrientes sensíveis, destacando-se as vitaminas, ficam protegidos das reações enzimáticas e oxidativas que levam às perdas nutricionais (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Queiroz (2008) estudou a qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. Na desidratação por imersão-impregnação há transferência de água e de compostos naturais do produto para a solução hipertônica. No estudo, foram avaliadas as alterações nos teores dos minerais Na, K, Ca, Mg, Zn e Mn e de vitamina C em goiabas submetidas aos processos combinados de desidratação por imersão-impregnação (50 °C por 2 horas) e secagem por convecção até teor de água de 20% b.u. Os solutos empregados foram: a sacarose, em soluções de 0,4 e 0,5 g.mL⁻¹, e o açúcar líquido invertido, em soluções a 41% (p/p) e sem diluição. Utilizou-se ainda solução mista de sacarose a 0,3 g.mL⁻¹ e sucralose a 0,2 g.L⁻¹, além do tratamento controle, que consistiu apenas na secagem por convecção, empregando-se um nível de temperatura e velocidade do ar de secagem, 60 °C e 1,25 m/s, respectivamente. O efeito das condições de armazenamento sobre a estabilidade do ácido ascórbico foi avaliado sob duas temperaturas, 7 e 25 °C, durante 60 dias. Os resultados indicaram reduções de 20 a 64% no teor de minerais ao final da desidratação por imersão-impregnação e perdas não significativas de ácido ascórbico, exceto no tratamento com açúcar invertido sem diluição. A secagem por convecção promoveu perdas significativas de vitamina C, de 32 a 68%; os valores correspondentes para as perdas de vitamina C durante o armazenamento a 7 e 25 °C foram de 58 a 82% e de 70 a 86%, respectivamente.

O Brasil é uma grande potência mundial produtora de frutas. Com sua grande produção o Brasil destaca-se em terceiro lugar no ranking mundial de produção. Porém, apesar da diversidade e disponibilidade do produto, de acordo com o SEBRAE (2015), mesmo com o desenvolvimento da fruticultura, os brasileiros ainda não consomem a quantidade de frutas

recomendada por ano pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O consumo médio no país é de 33 kg por habitante ao ano, muito abaixo do recomendado, de 100 kg por habitante ao ano, destes dados, o maior consumo se concentra entre as classes A e B. Além disso, a comercialização das frutas também se limitada por serem semi-perecíveis perecíveis e, geralmente, são manipulados sob condições que contribuem ainda mais para a perda de qualidade. A otimização das condições pode aumentar o custo substancialmente, tornando-se inviável a comercialização. As perdas pós-colheita começam na colheita e ocorrem em todos os pontos da comercialização até o consumo, ou seja, durante a embalagem, o transporte, o armazenamento, e em nível de atacado, varejo e consumidor.

Souza et al. (2014) avaliaram a composição nutricional de amora-preta, framboesa vermelha, morango, cereja doce e mirtilo, produzidos nas áreas subtropicais do Brasil, e encontraram altos níveis de ácido ascórbico, também conhecido por vitamina C.

De acordo com Cenci (2006), o conceito de qualidade de frutas envolve vários atributos. Aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor e aroma. Além disso, o valor nutricional e segurança do alimento fazem parte do conjunto de atributos que definem a qualidade. O valor nutricional e a segurança do alimento do ponto de vista da qualidade microbiológica e da presença de contaminantes químicos ganham cada vez mais importância por estarem relacionados à saúde do consumidor. Portanto, são decisivos enquanto critérios de compra por parte do consumidor.

Rocha et al. (2011) estudaram os compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado, entendendo que estes geralmente estão associados ao mecanismo de adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, já que os mesmos podem influenciar no sabor, nas características tecnológicas, como escurecimento ou precipitação durante o processamento, assim como no potencial nutricional e funcional destas frutas. Os resultados obtidos indicaram que as frutas nativas do cerrado avaliadas neste estudo são boas fontes de compostos fenólicos (90 a 327 mg de AGE.100g⁻¹ de polpa) se comparadas com a polpa de outras frutas normalmente consumidas, tais como maracujá, abacaxi e cupuaçu (20,0 a 21,7 mg de AGE.100g⁻¹), goiaba (83 mg de AGE.100g⁻¹) uva e açaí (117,1 a 136,8 mg de AGE.100g⁻¹), morango (203-223 ATE.100g⁻¹), amora-preta (241,7 AGE.100g⁻¹), ou manga (544,9 mg de AGE.100g⁻¹) (KUSKOSKI et al., 2006; FERREIRA et al., 2010).

Vizzotto (2012) estudou as propriedades funcionais das pequenas frutas como o morango, a framboesa, o mirtilo e relatou que estudos evidenciam que o consumo destas frutas está correlacionado com a prevenção de algumas doenças crônicas não transmissíveis pela

presença de diversos compostos bioativos como antocianinas (flavonoide) e ácido elágico (estilbeno), dentre outros. No seu levantamento, concluiu que as pequenas frutas contêm componentes importantes para a dieta humana e que estão relacionados com a manutenção da saúde do consumidor como os compostos bioativos representados principalmente pelas antocianinas e o ácido elágico.

3.2. SECAGEM

A secagem ou desidratação configura-se como um dos processos de engenharia mais utilizados para a conservação de produtos alimentícios, já que a grande maioria destes sofre deterioração com a ação microbiana (TADINI et al., 2016).

Sendo a água de um alimento o principal causador de deterioração por microrganismos, reações químicas e enzimáticas, a utilização de um método de conservação, como a secagem, pode ser eficaz para prolongar seu tempo de vida útil (GONÇALVES et al., 2015).

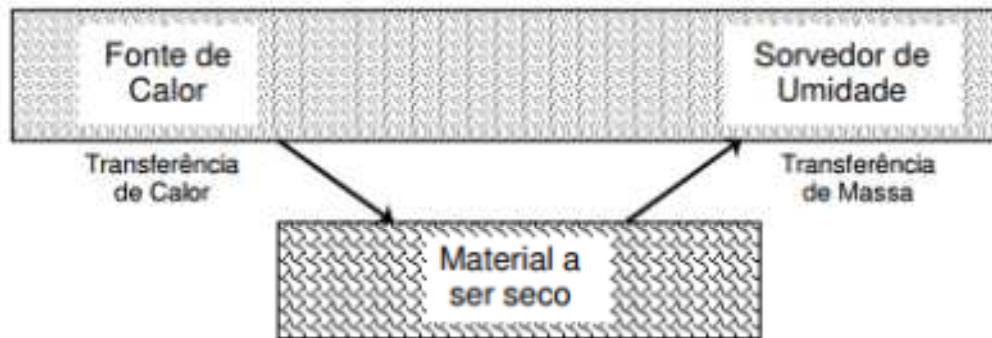
Segundo Park (2007), os produtos perecíveis, por conter altos valores de conteúdo de umidade, necessitam de processamentos que diminuam esta quantidade de água para permitir uma conservação por maior tempo sem a necessidade de conservação a frio ou de atmosfera modificada. A diferença do conteúdo de umidade inicial do material e do conteúdo de umidade de equilíbrio representa a força motriz para a secagem. O autor detalha que a água pode estar presente na amostra sob duas formas: **Água livre**: que é a água que está simplesmente adsorvida no material, e é a mais abundante. É perdida facilmente às temperaturas em torno da ebulição ou **Água ligada**: que é a água da constituição, que faz parte da estrutura do material, ligada a proteínas, açúcares e adsorvida na superfície de partículas coloidais, e necessita de níveis elevados de temperatura para sua remoção. Dependendo da natureza da amostra, requer temperaturas diferentes para a sua remoção, que frequentemente não é total e em alguns casos não é eliminada nem a temperaturas que carbonizam parcialmente a amostra.

Isquierdo et al., (2013); Goneli et al., (2014A) definem secagem como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção do excesso de água contida no mesmo por meio de evaporação, comumente causada por convecção forçada de ar aquecido.

Park (2007) explica que durante a secagem é necessário um fornecimento de calor para evaporar a umidade do material e também deve haver um sorvedor de umidade para remover o vapor da água, formado na superfície do material a ser seco. É este processo, de

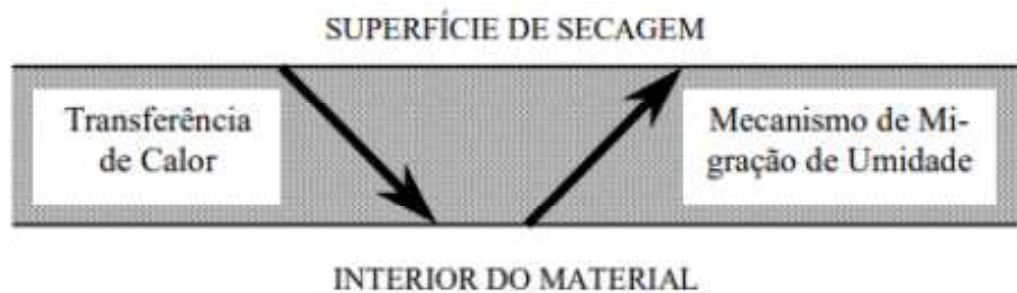
fornecimento de calor da fonte quente para o material úmido que promoverá a evaporação da água do material e em seguida a transferência de massa arrastará o vapor formado.

Figura 1: Diagrama do processo de secagem. Fonte: ALONSO (1998).



O autor ainda afirma que o movimento de água do interior do material até à superfície é analisado pelos mecanismos de transferência de massa, que indicará a dificuldade de secagem nos materiais. Durante a secagem, para que haja a evaporação de água da superfície do material ao ambiente, a água deve ser transportada do interior do sólido até a superfície.

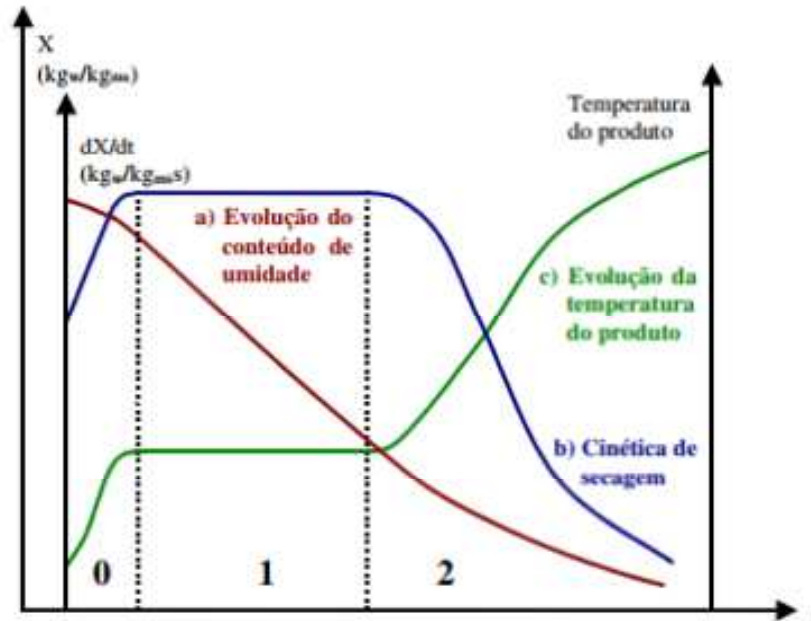
Figura 2: Diagrama da migração de sólido no interior de um sólido. Fonte: PARK (2007).



Em resumo, Park et al. (2014) explicam que uma vez que o produto é colocado em contato com ar quente, ocorre uma transferência do calor do ar ao produto sob o efeito da diferença de temperatura existente entre eles. Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor d'água existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de matéria (massa) para o ar. Esta última se faz na forma de vapor de água.

De acordo com o progresso do processo destas transferências simultâneas de calor e de massa no decorrer da operação de secagem Park et al. (2014) dividem a evolução esquematicamente em três períodos conforme a curva de secagem representada na Figura 3:

Figura 3: Curva de secagem. Fonte: PARK et al. (2014)



Período 0 que é o período de indução, onde inicialmente o produto que é geralmente mais frio do que o ar e recebe o calor que chega em excesso que acarreta uma elevação da temperatura do produto ocorrendo um aumento de pressão e da velocidade de secagem. **Período 1** que consiste no período de velocidade constante de secagem, onde a quantidade de água disponível dentro do produto ainda é bem grande, esta evapora-se como água livre. As transferências de calor e de massa se compensam exatamente. A velocidade de secagem é, por conseguinte, constante. Este período continua enquanto a migração de água do interior até a superfície do produto seja suficiente para acompanhar a perda por evaporação de água na superfície e **Período 2** que consiste no período de velocidade (taxa) decrescente de secagem. Desde o momento em que a água começa a ser deficiente na superfície, a velocidade de secagem diminui. Durante este período, a troca de calor não é mais compensada, consequentemente, a temperatura do produto aumenta. Durante todo este período o fator limitante é a migração interna de água.

A curva (a) representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem.

A curva (b) representa a velocidade (taxa) de secagem do produto.

A curva (c) representa a variação da temperatura do produto durante a secagem (variação da temperatura do produto, T em relação à evolução do tempo t).

De forma geral, os processos de secagem são importantes para a indústria alimentícia, pois permitem a redução de custos com o armazenamento, proporcionando facilidade no

transporte, bem como garante um maior valor agregado ao produto e o aumento da vida de prateleira (GURGEL, 2014).

De acordo com Balke et al. (2014), alguns produtos, quando submetidos à secagem, conservam bastante intactas suas características físicas e nutritivas e retornam ao aspecto natural ou sofrem poucas alterações quando reconstituídos em água.

A conservação pela secagem baseia-se no fato de que tanto os microrganismos como as enzimas e todo o mecanismo metabólico necessitam de água para suas atividades. Com a redução da quantidade de água disponível, serão reduzidas a atividade de água e a velocidade das reações químicas e, como consequência, o desenvolvimento de microrganismos, conferindo ao produto uma maior qualidade por maior período de tempo, aumentando-se, assim, a vida de prateleira (OLIVEIRA et al. 2015).

Martins et al. (2012) estudaram o teor de água, temperatura do ambiente e conservação de sementes de ipê-roxo com o objetivo de identificar as condições ideais de teor de água e de temperatura de armazenamento para a conservação de sementes de ipê-roxo por um ano. Determinou-se o teor de água inicial do lote (18,3%), e uma amostra foi removida. As sementes remanescentes foram submetidas à secagem com circulação de ar, a 30 °C, para obtenção de sementes com os teores de água de 12,5; 8,4; e 4,2%. As amostras foram armazenadas em câmaras a -10 e 20 °C e avaliadas no início e após 90, 180, 270 e 360 dias de armazenamento quanto à porcentagem de germinação e emergência de plântulas em areia. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com quatro tratamentos (teores de água) antes do armazenamento e oito tratamentos (4 teores de água x 2 condições térmicas), em cada época de avaliação, durante o armazenamento. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5%. A conservação das sementes de ipê-roxo é favorecida pela manutenção das sementes com teores de água entre 4,2 e 12,5% a -10 °C e entre 4,2 e 8,4% a 20 °C.

3.2.1. MÉTODOS DE SECAGEM

Segundo Raghavan et al. (2005) existem muitos métodos de secagem e a escolha do método depende de inúmeros fatores como o tipo de produto, custo, consumo de energia e a qualidade exigida do produto final.

3.2.1.1. SECAGEM NATURAL

Entre os diferentes sistemas de secagem, podem ser citados os secadores mecânicos e o secador solar. No secador solar, o gás de secagem é aquecido pela energia do sol e ainda hoje esta energia é a mais utilizada na secagem, principalmente quando se trata de grãos e sementes. A secagem solar tradicional é aquela realizada com o produto exposto a céu aberto sob condições ambientais normais (PARK, 2007). Com o desenvolvimento tecnológico, o aproveitamento da energia solar, utilizando equipamentos que possam transformar energia solar em calor, é extremamente importante no momento atual frente à escassez e o alto custo das fontes de energias fósseis e de grande poder poluidor (SOUZA et al., 2007).

De acordo com Gonçalves (2015), a secagem natural é expor à radiação solar o produto em piso adequado capaz de reter calor que leva a que o alimento perca água por evaporação.

Segundo Gava (2007), para um melhor resultado, convém que o tratamento seja dividido em duas fases: a primeira iniciada ao sol e continuada até que tenham as frutas perdido 50 a 70% de umidade, e a segunda à sombra, para que os produtos não se ressequem e não percam o sabor e o aroma naturais.

Autores como Dissa et al., (2011); Touré e Kibangu-Nkembo, (2004) descrevem que métodos tradicionais de secagem, como a secagem solar, causam perdas significativas da cor original, das propriedades nutricionais e sensoriais e da capacidade de reidratação das frutas.

Machado et al. 2011 estudaram a avaliação de um secador solar sob convecção forçada para a secagem do pedúnculo de caju. E obtiveram fatias de caju de boa qualidade. A velocidade do ar de secagem e a espessura das fatias de caju são parâmetros importantes para redução do tempo de secagem. Para uma velocidade de 6 m/s, espessura da fatia de caju de 1 cm o tempo final de secagem foi de 10 horas e com espessura de 2 cm o tempo final de secagem foi 16 horas. A velocidade do ar de secagem e a espessura das fatias de caju são fatores limitantes no tempo final de secagem do pedúnculo de caju. A secagem solar do pedúnculo de caju em secadores de radiação indireta com ar forçado apresenta-se como uma ótima alternativa para redução do tempo final de secagem do pedúnculo de caju, demonstrando assim ser um método eficiente de conservação do pedúnculo de caju e tendo como principal consequência a redução de suas perdas, a agregação de valor ao produto desidratado e o aumento a renda familiar dos produtores do Nordeste.

Machado et al (2015) realizaram estudo cinético da secagem da uva Isabel para produção de uva passa e, de acordo com os resultados obtidos, os frutos desidratados apresentaram um incremento nos teores de sólidos solúveis (de 11,17 para 45° brix), da acidez titulável (de 0,73 para 1,34%) e do teor de antocianina, que foi elevado de 117,83 mg/100g

para 380,52 mg/100g de fruto desidratado, e redução quanto aos valores de umidade (de 85,65 para 21,75%) e atividade de água (de 0,90 para 0,66). Estes autores concluíram que a secagem solar é uma excelente alternativa para a conservação da uva Isabel, contribuindo assim para redução das perdas pós-colheita e com a agregação de valor ao produto desidratado.

3.2.1.2. SECAGEM EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DE AR

Esse tipo de secagem é realizado através do uso de ar quente para que ocorra a transferência de calor para o alimento e consequente vaporização da água contida (HANAUER, 2015).

A temperatura e a umidade relativa do ar são dois fatores que influenciam diretamente na capacidade deste processo eliminar a água do alimento. A umidade é usualmente determinada pelo método de estufa, onde as amostras são pesadas, colocadas na estufa a temperatura de 105°C até peso constante (CELESTINO, 2010).

Segundo Furtado (2010), o processo oferece como vantagem a eliminação do inconveniente da vida curta de prateleira, a água, com vantagem da possibilidade da manutenção do material em temperatura ambiente.

Reis (2017) elaborou a farinha de acerola desidratada em estufa com circulação de ar. A farinha de acerola foi avaliada a cada 15 dias, por um período de 75 dias. As perdas de ácido ascórbico foram de 76,2% e 80%, 23,9% e 55%, ou 37,9% e 65% para as farinhas com e sem sementes desidratadas a 60 °C, 70 °C e 80 °C, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, a melhor temperatura de desidratação foi 70 °C, pois resultou em farinha com alta qualidade de consumo e estabilidade de parâmetros físico-químicos durante 75 dias de conservação.

Lins et al. (2016) fizeram uma comparação de dois métodos de secagem em frutos de nectarina: secagem com circulação de ar forçada e com leito fixo. Identificaram que as amostras de nectarina atingiram a umidade de equilíbrio em aproximadamente 200 min para 60 °C, 160 min para 70 °C e 130 min para 80 °C, no secador de leito fixo, e aproximadamente 330 min para 60 °C, 290 min para 70 °C e 250 min para 80 °C, na estufa com circulação forçada de ar, mostrando assim, uma secagem rápida, característica de materiais que possuem bastante água livre. Além disso, a umidade de equilíbrio é alcançada em menor tempo com o secador de leito fixo. Deste modo a secagem feita em secador de leito fixo pode ocorrer de forma mais rápida e assim preservar algumas características e compostos, como os flavonoides, que poderiam ser degradados, caso o tempo de secagem prolongasse.

Torres (2016) estudou o efeito de diversas técnicas, como aquecimento e refrigeração, na preservação e retenção dos compostos fenólicos na Framboesa, dentre estas, a secagem em estufa com circulação de ar. Considerando que, por ser um processo envolvendo altas temperaturas, é relevante avaliar o efeito do processo de secagem nos compostos bioativos. Concluiu-se que todas as técnicas reduzem a quantidade de compostos fenólicos disponíveis; entretanto, a técnica convectiva é a mais danosa à estrutura da fruta e aos seus nutrientes, sendo sugerida a sua substituição por outro método quando economicamente viável (MEJIA-MEZA et al., 2013).

3.2.1.3. SECAGEM POR LIOFILIZAÇÃO

Oikonomopoulou et al., (2011) consideram que entre os métodos de secagem, a liofilização é considerada um dos mais avançados para a secagem de produtos de alto valor e que são sensíveis a altas temperaturas, uma vez que evita o encolhimento indesejável e resulta em produtos com elevada porosidade, qualidade nutricional, retenção de aroma, sabor e cor, assim como com melhores propriedades de reidratação.

A liofilização é um processo que se caracteriza pela retirada da água do alimento sem submetê-lo a altas temperaturas. No processo de liofilização, o alimento, após uma etapa de preparo (limpeza, corte, cozimento, etc.), é congelado a temperaturas de -40°C (quarenta graus centígrados negativos) e colocado em câmaras de alto vácuo. Com o aumento progressivo da temperatura e a manutenção da condição de baixíssima pressão (vácuo), atinge-se a temperatura necessária para obter a saída da água do alimento por sublimação. Dessa forma, o alimento não é exposto a altas temperaturas e conseqüentemente não ocorre a degradação do valor nutricional (ROSA et al. 2006).

Os alimentos que passam pelo processo de liofilização apresentam alta retenção das características sensoriais e qualidade nutricional, apresentam uma vida de prateleira maior quando corretamente embalados, dependendo do alimento é possível a permanência em temperatura ambiente. Os compostos aromáticos voláteis não são absorvidos pelo vapor d'água e ficam presos na matriz do alimento, sendo possível uma retenção de 80 a 100 % do aroma do alimento. Ainda, possibilitam maior facilidade no transporte, devido à leveza e por não necessitarem de refrigeração, acarretando um menor custo no transporte (EVANGELISTA, 2005).

O processo tem desvantagens, pois os produtos obtidos têm facilidade de hidratar e são frágeis devendo ser cuidadosamente embalados e armazenados; os alimentos desidratados porosos são mais suscetíveis as reações de oxidação (de lipídeos, pigmentos, vitaminas e

substâncias aromáticas) o que limita sua conservação, por isso é aconselhável o acondicionamento no vácuo, em atmosferas inertes (embalados com nitrogênio), embalagens impermeáveis ao oxigênio e opacas, a porosidade, a solubilidade e o grau de secagem fazem com que o material seja muito higroscópico; o processo é lento, podendo demorar até 48 horas, dependendo do tamanho do lote e das unidades a serem liofilizadas, aumentando o custo do processo - Equipamento muito caro (3 vezes mais que em outros métodos de secagem); - Custo energético muito caro (2 a 3 vezes mais que em outros métodos de secagem) (TERRONI, 2013).

Vieira et al. (2012) afirmam que alimentos liofilizados são produtos com alto valor agregado por reter grande parte de seus nutrientes originais, uma vez que emprega baixas temperaturas em seu processamento. Entretanto, seu custo é expressivamente maior quando comparado aos produtos secos por outras técnicas, necessitando-se, assim, de pesquisas que minimizem os custos operacionais, ofertando, dessa maneira, produtos a um preço competitivo. Além disso, a qualidade final do produto, considerando-se os aspectos nutritivos e sensoriais, também deve ser investigada para garantir alimentos seguros e nutritivos aos consumidores. Dentre os índices de qualidade, podem-se citar o teor de retenção de vitamina C, a capacidade de reidratação e a textura.

Alguns autores, como Duan et al., (2013); Marques et al., (2009) e Ratti, (2001) afirmam que a liofilização permite a produção de frutas desidratadas com estrutura, cor e nutrientes preservados, porém o custo desta tecnologia é muitas vezes superior aos custos associados aos métodos de secagem mencionados anteriormente.

Oliveira et al (2016), estudaram o efeito da liofilização sob os carotenóides do morango sob condições controladas, com armazenamento em embalagens de polipropileno sob vácuo e a determinação de carotenóides totais realizada por espectrofotômetro com leitura em 450 nm. Com a realização da liofilização ocorreu o aumento no conteúdo de carotenóides, sendo mantido ao longo do armazenamento sob vácuo. Estes autores concluíram que a liofilização e o uso de vácuo para armazenamento são viáveis para conservação de carotenóides presentes em morango.

3.2.1.4. SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO (SPRAY DRYER)

Segundo Silva et al. (2015) o secador spray dryer é utilizado na secagem de alimentos na forma líquida e o produto resultante é um pó. O alimento líquido é introduzido na câmara de secagem na forma de gotículas por bicos atomizadores para o aumento da superfície de contato com o ar quente, que percorre a câmara em fluxo contracorrente, concorrente ou como

uma combinação dos dois. A secagem ocorre sob condições constantes de evaporação, sendo assim a temperatura do produto não é muito superior à temperatura de bulbo úmido do ar.

A eficiência do processo está relacionada ao aumento da superfície de contato entre as partículas do líquido e o ar aquecido, visto que ocorre a formação de uma névoa como consequência da atomização do produto. Um sistema de secagem em spray dryer é composto por um atomizador para transformar o líquido em uma névoa, um aquecedor ou uma fonte de ar quente, uma câmara de secagem onde ocorre a mistura da névoa com o ar e um ciclone que permite recuperar os sólidos secos (SANTIAGO, 2014).

É possível citar algumas das vantagens do processo de secagem por spray drying como fácil controle da uniformidade das partículas do produto através da manipulação das variáveis do processo, disponibilidade para alterar as condições de operação sem a necessidade de interrupção do processo, rapidez e alto rendimento, baixa agressividade a produtos termosensíveis e compostos bioativos devido ao curto tempo de contato com a fonte de calor e custo do processo relativamente baixo (ZARDO, 2014).

Rocha et al. (2016) realizaram estudo da obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem para estabelecer a melhor condição operacional de secagem em spray-dryer visando à obtenção de suco de caju em pó através de um planejamento composto central rotacional. Foi realizada a caracterização físico-química tanto do suco integral quanto do suco em pó de caju obtido através da melhor condição operacional do planejamento. O planejamento experimental utilizado não apresentou diferença significativa ao nível de 0,05 de probabilidade revelando que o modelo não foi ajustado aos dados, porém é possível se observar, qualitativamente, uma zona ótima de processo. Os principais resultados dos parâmetros físicos e físico-químicos para o suco integral de caju e o suco em pó no que se refere à umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, vitamina C foram, respectivamente: 90,02-1,04%; 3,92-3,88; 0,31-0,40%; 10,60-98,67 o Brix; 1592,71-282,67 mg 100g⁻¹.

Faria (2014) realizou um estudo da secagem da polpa de maracujá por atomização com adição de maltodextrina e farinha da sua casca com o objetivo de avaliar a adição da farinha da casca de maracujá (FCM), em substituição parcial da maltodextrina utilizada como coadjuvante de secagem na atomização da polpa de maracujá. A adição da FCM reduziu a umidade, aumentou o rendimento e a conservação do ácido ascórbico no produto final. Assim as melhores condições de secagem estabelecidas foram: 190°C, 500 ml/h e 11,6/88,4% de FCM/maltodextrina. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram a viabilidade da adição

da FCM na secagem por atomização da polpa de maracujá, melhorando as características do pó e seu valor nutricional.

3.2.1.5. DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Muitos autores têm sugerido a utilização da desidratação osmótica como pré-tratamento para a secagem, por se mostrar como processo eficiente para a melhora da qualidade do produto final, diminuindo a perda de nutrientes voláteis e sensíveis a altas temperaturas durante a secagem, resultando também na obtenção de uma textura mais próxima do produto fresco (MASTRANTONIO et al., 2006).

O pré-tratamento consiste na imersão da matéria-prima em uma solução de sacarose, ou cloreto de sódio, onde há a perda de água e o ganho de sólidos. Na solução de açúcar, pode-se adicionar também outros solutos de interesse nutricional ou de conservação, como ácido ascórbico, sulfito de sódio e bissulfito de sódio, para que integrem o alimento. Estima-se um tempo de 4 horas de tratamento osmótico com temperatura regulável de 30°C e concentração da solução osmótica de 60°Brix, é condição apropriada para a produção de frutas-passas (CELESTINO, 2010).

De acordo com Souza et al. (2011), a desidratação osmótica é uma importante tecnologia que permite tanto a remoção de água da matéria prima, quanto à modificação de propriedades da mesma pela incorporação de diferentes solutos. As principais vantagens desse processo são: possibilitar a modificação das características da matéria-prima, por meio da incorporação de solutos com o propósito de preservar os nutrientes ou modificar as características sensoriais; inibir o escurecimento enzimático; possibilitar maior retenção dos componentes voláteis; e apresentar baixo consumo de energia.

Silveira & Alves (2002) citam como vantagens da desidratação osmótica: a diminuição do teor de umidade inicial do alimento em torno de 20-50%, a conservação das características organolépticas e nutricionais que visa primeiramente melhorar a qualidade ao produto e a redução do tempo de secagem convectiva e custo do processo. Enquanto que Travaglini et al. (1997) citam como desvantagens: (i) a permanência de uma indesejável fina camada de açúcar na superfície da fruta e (ii) a tendência da fruta se tornar rançosa e com teor de umidade muito baixo.

Ugulino et al. (2006) avaliaram a aceitação de passas de jaca elaboradas por diferentes tratamentos de secagem. Nesse estudo, utilizaram a desidratação osmótica em solução de sacarose a 40 °Brix, com cozimento prévio e também sem o cozimento, com posterior secagem à temperatura de 45°, 60° e 75°C. A polpa de jaca foi na forma de fatias para a

elaboração de passas de jaca (dura). Os resultados obtidos mostraram que a passa tratada em solução de sacarose a 40° Brix, com cozimento prévio e secas à temperatura de 45°C foi a preferida pelos degustadores na análise sensorial realizada.

Oliveira (2014) estudou a influência do pré-tratamento ultrassom e desidratação osmótica na secagem, cor, textura e enzimas do mamão formosa. As duas primeiras etapas desse estudo consistiram em analisar parâmetros de cor do mamão após o processo de sonicação e desidratação osmótica utilizando agentes osmóticos tais como: glicose, frutose e sacarose em diferentes temperaturas (60°C, 70°C e 80°C). Os resultados obtidos na secagem de mamão submetido às concentrações de 25 e 50°Brix mostraram que as ondas ultrassônicas aliadas a agentes osmóticos favoreceram a remoção de água da fruta e a perda de sólidos quando o aumento da concentração osmótica e tempo de ultrassom foram elevados.

Martins et al. (2008) estudaram o efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. A metodologia foi usada para determinar as melhores condições de processamento de acordo com a máxima perda de peso e de umidade, baixo valor de atividade de água e incorporação de sólidos e maior concentração de vitamina C na elaboração de passas de caju-do-cerrado, utilizando-se a desidratação osmótica como pré-tratamento. O tempo de tratamento osmótico (2 a 4 horas), a temperatura (30 a 50 °C) e a concentração da solução osmótica (40 a 60 °Brix) foram as variáveis investigadas para as respostas: perda de peso, perda de umidade, incorporação de sólidos, atividade de água e teor de vitamina C no produto final. As melhores condições do processo de desidratação osmótica do caju-do-cerrado determinadas matematicamente, conforme os critérios de máxima perda de peso e de água, baixa incorporação de sólidos e atividade de água e maior concentração de vitamina C, foram os seguintes tratamentos: tratamento 2 (4 horas, 30 °C e 40 °Brix), tratamento 3 (2 horas, 50 °C e 40 °Brix), tratamento 4 (4 horas, 50 °C, 40 °Brix) e tratamento 9 (1,3 hora, 40 °C e 50 °Brix).

3.3. ALTERAÇÕES PROVOCADAS PELA SECAGEM

As alterações que podem ocorrer nos alimentos em detrimento do processo de secagem são de natureza física e química.

3.3.1. Física

3.3.1.1. COR

As mudanças na cor têm grande influência na determinação da procedência de secagem para cada fruta. Os pigmentos da antocianina presentes nas frutas são geralmente alterados durante e após a secagem. Esses pigmentos, caso as frutas não sejam tratadas por meio de sulfuração ou sulfitação, geralmente tornam-se castanhos devido à oxidação durante a secagem. O escurecimento enzimático pela ação da peroxidase e outras enzimas oxidativas ocorre na fruta durante a secagem, principalmente nas superfícies cortadas, onde ocorre com maiores velocidades (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Zou et al. (2013) avaliaram o efeito da desidratação osmótica na cor e outras propriedades de snacks de manga obtidos por explosion puffing dryng (EPD). Estes autores avaliaram 74 amostras que foram aquecidas a 95 °C por um gerador de vapor e mantidas a esta temperatura por 5 minutos. Após este procedimento, a câmara era despressurizada e as amostras atingiam a temperatura aproximada de 75 °C. As amostras desidratadas por EPD sem prévia desidratação osmótica apresentaram parâmetros de cor diferentes aos observados para as frutas *in natura* ($\Delta E^* = 22,9 \pm 5,1$). Nos processos KMFD e KMFDVD, as amostras eram aquecidas até 60 °C e, após a aplicação do vácuo, as amostras atingiram 25 °C. Os autores concluíram que as menores temperaturas do produto resultaram em menores diferenças dos parâmetros de cor entre as amostras *in natura* e desidratadas.

Chiarelli et al. (2013) realizaram um estudo do efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem da maçã gala (*malus domestica bork*) e mamão formosa (carica papaya l.) com objetivo de avaliar a influência das condições de secagem de Maçã Gala e Mamão Formosa com e sem pré-tratamento osmótico sobre as curvas de secagem. As frutas foram submetidas a pré-tratamento osmótico em uma solução 33,3% de açúcar (razão de 1:4), numa temperatura de 40°C sem agitação. Foram estudadas duas temperaturas, 60 e 80°C. As frutas tratadas com uma solução de 33,3 °Brix previamente à secagem na estufa, apresentaram uma cor mais clara, em relação a fruta seca sem pré-tratamento osmótico.

As enzimas envolvidas no processamento de frutas que causam alterações na cor dos alimentos são de natureza oxidativa e atuam sobre os substratos naturais encontrados nas frutas, produzindo substâncias coloridas e podendo ocasionar alterações no sabor, no aroma e no valor nutritivo^{34,35}.

As principais enzimas relacionadas com o escurecimento enzimático de sucos de frutas são a polifenoloxidase (PPO), ácido ascórbico oxidase e peroxidase (POD).

Os processos de secagem provocam alterações nas características do produto. As modificações estão relacionadas à elevação da temperatura que pode favorecer ou acelerar as

reações químicas do produto desidratado. Desta maneira, há necessidade de se controlar os parâmetros do processo para que provoquem o mínimo possível de reações indesejáveis no produto (JORGE, 2014).

3.3.1.2. TEXTURA

As alterações na textura que ocorrem com a secagem das frutas não são de natureza química. O principal fator alterador da textura das frutas secas é o teor de umidade final. Com teores baixos de umidade, a textura é muito dura, enquanto que com teores mais elevados tornam-se mais apetitosas (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Segundo Link (2016), a textura é uma propriedade importante para certos tipos de alimentos, particularmente para aqueles cujo atributo de crocância é importante.

Os exemplos clássicos são os snacks extrusados, maçãs frescas e algumas frutas e hortaliças desidratadas. Porém, a crocância dos produtos desidratados é afetada pelo aumento do conteúdo de umidade, que altera as propriedades de textura desses alimentos, tornando-os macios (WILKINSON et al. 2000).

Nóbrega et al. (2010) avaliaram a textura de manga Tommy Atkins submetida a diferentes processos de secagem e observou que fatias de manga Tommy Atkins pré-tratadas osmoticamente e submetidas a posterior secagem convectiva apresentam maior firmeza e maior fibrosidade quando comparadas a manga “in natura” ou a manga submetida apenas a secagem convectiva.

Nogueira et al (2012) realizaram uma análise sensorial de frutas desidratadas por processo de desidratação osmótica seguida de secagem em micro-ondas para analisar sensorialmente os atributos sensoriais das frutas: maçã Fuji, abacaxi pérola e mamão formosa desidratados osmoticamente, seguida de secagem em micro-ondas. O processo de desidratação osmótica foi realizado através da imersão das frutas: maçã, abacaxi e mamão em uma solução hipertônica de sacarose, separadamente, na proporção de 1:1(500g de açúcar para 500ml de água filtrada) a 57° Brix, na temperatura em torno de 70° C por 15 minutos. Para complementar a desidratação osmótica, as frutas foram secas em micro-ondas. Cada fruta foi submetida a um tempo inicial de 4 minutos até aproximadamente 8 minutos em potência alta até a obtenção máxima de desidratação sem que a fruta queimasse. No quesito textura, para esse estudo, a fruta mais bem aceita foi a maçã com 37% dos provadores atribuindo nota 9 (gostei muitíssimo) acreditando ser a crocância o fator que contribuiu para essa aceitação. O abacaxi apresentou boa aceitação no atributo textura, com 33% dos provadores atribuindo nota 9 (gostei muitíssimo), obtendo também boa aceitação para

aparência geral, com 40% dos provadores atribuindo nota 9 (gostei muitíssimo). O mamão, ao contrário dos demais, não apresentou crocância após o processo de desidratação, confirmado por 20% dos provadores que atribuíram nota 4 (desgostei ligeiramente) para o atributo de textura. Mas o aroma obteve boa aceitação, recebendo nota 8 (gostei muito) de 33% dos provadores, o que não aconteceu com a maçã, que obteve apenas 27% dos provadores atribuindo nota 9.

3.3.1.3. FLAVOR

As alterações no sabor das frutas secas seguem estreitamente as mudanças na coloração, sendo em alguns casos desejáveis essas mudanças (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Bender et al. (2016) produziram e caracterizaram a farinha de casca de uva (FCU) e sua utilização em snack extrusado. Para a obtenção da farinha de casca de uva, foi utilizado bagaço de uva da cultivar Marselan (*Vitis vinifera*) proveniente do processo de vinificação. O bagaço in natura foi seco em estufa de circulação de ar a 55 °C por 24 horas. A separação das cascas e sementes foi realizada com auxílio de peneiras de 3 mm e 2 mm, sendo o resíduo posteriormente moído em micromoinho a 27.000 rpm (partículas < 1 mm) e armazenado a -18 °C. A FCU foi incluída na formulação de snacks extrusados nas concentrações de 9% e 18%, em substituição à farinha de milho, representando 5% e 10% de fibra, respectivamente, os quais foram avaliados quanto à cor, textura e aceitação sensorial. Em relação à aceitação global, observaram que o extrusado desenvolvido com adição de 5% de fibra da FCU apresentando valor superior à formulação controle e à formulação teste com 10% de fibra da FCU com relação aos parâmetros de cor, aroma e textura, não diferindo da formulação controle quanto ao atributo sabor ($p \leq 0,05$). Para os parâmetros de aroma e sabor, verifica-se a necessidade de aprimoramento da formulação, visto que apresentaram menores percentuais de aceitação.

3.3.2. Química

3.3.2.1. REAÇÃO DE MAILLARD

Os compostos aromáticos voláteis são os componentes mais sensíveis no processo de secagem de alimentos. Alimentos que possuem um valor econômico alto devido à suas características aromáticas, por exemplo, ervas e temperos são secos em baixas temperaturas.

O sabor pode ser afetado devido à oxidação lipídica ou pela oxidação de pigmentos (carotenóides) (VASCONCELOS et al., 2010).

4. CONCLUSÃO

O levantamento teórico baseado em vários autores remeteu um texto científico sobre cada processo de secagem e seus efeitos sobre as frutas. A secagem que surge como alternativa para conservação dos alimentos utiliza da exposição deste à temperatura por determinado período de tempo para remoção da água livre, reduzindo as condições para desenvolvimento microbiano, reações químicas e enzimáticas. Pelo fato da secagem envolver temperaturas consideravelmente altas para as frutas, por período específico, causa alterações na composição nutricional, e alterações na textura, sabor, aroma e cor. Dessa preocupação, aplicam-se os mais variados métodos de secagem que se adequam as características próprias de cada fruta. Portanto, o método da secagem em frutas é viável para redução das perdas pós-colheita, disponibilidade durante todo o ano em produtos sazonais, aumento da vida de prateleira, redução do custo de transporte devido à diminuição do peso do produto final.

ABSTRACT

The fruit is a product coming from the fruiting of a plant destined to the consumption in natura. Brazil occupies the third place in the world ranking of this production second data of the IBGE in 2017. The fruit is semi-perishable, which requires conservation techniques aiming at increasing the useful life of the product and reduction of possible losses. Drying emerges as a technically viable food preservation alternative with the removal of free water from the product reducing deterioration conditions. In this context, the objective of this work is the realization of a theoretical reference on the processes of fruit dehydration in Brazil. For this, a methodology of cross-sectional study with bibliographical research in the scientific literature is used, from the compilation of papers published in scientific journals, specialized books and statistical data of the fruit production in Brazil and its processing. In the study, the theoretical survey based on several authors referred us to the scientific comparison about each process and its effects on the product with a concern regarding the maintenance of quality, since exposure to high temperatures for long periods of time can compromise the texture, flavor, aroma, color and nutritional value of the fruit.

Keywords: Fruits. Dehydration. Preservation of nutritional properties.

REFERÊNCIAS

- AGRA, N. G. **Secagem e liofilização de manga: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**. 2006. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag/DISSERTACOES_E_TESSES_PPGEA/DISSERTA%C7%C3O/ARMAZENAMENTO/2006/Nicole%20Agra.pdf>. Acessado em: 10 dez 2017.
- ALVES, F. M. S.; MACHADO, A. V.; QUEIROGA, K.H. **Alimentos produzidos a partir de farinhas de caju, obtida por secagem**. Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável. Mossoró-RN, v.6, n.3, p.131-138, 2011.
- ANVISA. **Resolução - CNNPA nº 12, de 1978**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78_frutas.htm>. Acessado em: 02 dez 2017.
- BALKE, E.; OLIVEIRA, H.T.; STEFFENS, C.; VALDUGA, E.; SOARES, A.B.J.; STEFFENS, J.; SOARES, M.B.A. **Avaliação sensorial de pêssegos obtidos por diferentes métodos de secagem**. Disponível em: <https://pdfdocumento.com/avaliaao-sensorial-de-pessegos-obtidos-por-diferentes-metodos-de-_59d638fb1723dd72a9dad21f.html>. Acessado em: 06 dez 2017.
- BENDER, A. B. B.; LUVIELMO, M. M.; LOUREIRO, B. B.; SPERONI, C. S.; BOLIGON, A. A.; SILVA, L. P.; PENNA, N. G.; **Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado**. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v19/1981-6723-bjft-1981-67231016.pdf>>. Acessado em: 12 dez 2017.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos. Embrapa cerrados**. 2010. 51p
- CENCI, S. A. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, v. , p. 67-80.
- CHIARELLI, P. V.; MATHIAS, J. C.; PEDRO, M. A. M. **Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem da maçã gala (malus domestica bork) e mamão formosa (carica papaya l.)**. 2013. Disponível em: <[http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/EFEITO%20DA%20DESIDRATA%C3%87%C3%83O%20OSM%C3%93TICA%20COMO%20TRATAMENTO%20PRELIMINAR%20NA%20SECAGEM%20DA%20MA%C3%87%C3%83%20GALA%20\(MALUS%20DOMESTICA%20BORK\)%20E%20MAM%C3%83O%20FORMOSA%20\(CARIOCA%20PAPAYA%20L\).pdf](http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/EFEITO%20DA%20DESIDRATA%C3%87%C3%83O%20OSM%C3%93TICA%20COMO%20TRATAMENTO%20PRELIMINAR%20NA%20SECAGEM%20DA%20MA%C3%87%C3%83%20GALA%20(MALUS%20DOMESTICA%20BORK)%20E%20MAM%C3%83O%20FORMOSA%20(CARIOCA%20PAPAYA%20L).pdf)>. Acessado em: 13 dez 2017.
- CURI P.N.; PIO, R.; MOURA, P.H.A.; SOUSA, P.H.A.; BONFIM, G.D.; SILVA, P.A.O. (2015) **Produtividade e qualidade da framboeseira ‘Batum’ cultivada sob cobertura plástica e dois espaçamentos em região subtropical**. Ciência Rural, 45:1994-2000.

DISSA, A.O.; BATHIEBO, D.J.; DESMORIEUX, H.; COULIBALY, O.; KOULIDIATI, J. **Experimental characterization and modelling of thin layer direct solar drying of Amelie and Brooks mangoes**. *Energy*. 36, 2517-2527, 2011.

DUAN, X.; DING, L.; REN, G.; LIU, L.; KONG, Q. **The drying strategy of atmospheric freeze drying apple cubes based on glass transition**. *Food and Bioproducts Processing*. 91, 534-538, 2013.

ELIAS, N. F.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; DIONELLO, R. G.; QUEIROZ, V. A. Vieira. **Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n2/a09v28n2>>. Acessado em: 13 dez 2017.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2ed. São Paulo: Atheneu, 284 2005. 652p
FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. **Compostos bioativos presentes em amora-preta (Rubus spp.)**. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 32, p. 664-674, 2010.

FARIA, C. B. **Secagem da polpa de maracujá por atomização com adição de maltodextrina e farinha da sua casca**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256414/1/Faria_CarolyneBitencourt_D.pdf>. Acessado em: 13 dez 2017.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. **Compostos bioativos presentes em amora-preta (Rubus spp.)**. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 32, p. 664-674, 2010.

FOOD INGREDIENTS BRASILEL. **Alimentos vs. doenças**. 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/132.pdf>>. Acessado em: 14 dez 2017.

_____. **Alimentos desidratados**. 2013. Disponível em: <http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060260944001464961489.pdf>. Acessado em: 14 dez 2017.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. **Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma**. 2010. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev121/Art1212.pdf>>. Acessado em: 10 dez 2017.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2007. 200 p.

_____. **Tecnologia dos alimentos: Princípios e Aplicações**. 2009. São Paulo: Nobel 2008.

GONELI, A. L. D. et al. **Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 1, p. 56-64, 2014.

GONÇALVES, B. **Uvas-passas Brasileiras: Matéria-prima e processamento**, 2015. 20 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123263/1/Circular-Tecnica-115.pdf>> Acessado em: 02 de dez de 2017.

GONÇALVES, O. M. A. R. **Estudo comparativo de processos de desidração por liofilização e secagem convencional**. 2015 Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/12966/1/Estudo%20comparativo%20de%20processos%20de%20desidrata%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acessado em: 07 dez 2017.

GUEDES, M.N.S.; ABREU, C.M.P.; MARO, L.A.C.; PIO, R.; ABREU, J.R.; OLIVEIRA, J.O. (2013) **Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at na elevation**. Acta Scientiarum: Agronomy, 35:191-196.

GURGEL, C. E. M. R. **Secagem da polpa de graviola em camada de espuma - desempenho do processo e características do produto**. 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

HANAUER, D. C.; MATIELLO, E. R.; PAINI, F. M.; BUENO, P. F. **Secagem de duas cultivares de banana em estufa com circulação de ar em diferentes temperaturas**. 2015, Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/view/6755/4605>> Acessado em: 07 dez 2017.

IBGE. **Produção agrícola** 2016. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2016/default.shtm>> Acessado em 02 dez 2017.

_____. **PAM 2016: valor da produção agrícola nacional foi 20% maior do que em 2015**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16814-pam-2016-valor-da-producao-agricola-nacional-foi-20-maior-do-que-em-2015.html>> Acessado em: 02 dez 2017.

ISQUIERDO, E. P et al. **Drying kinetics and quality of natural coffee**. Transactions of the ASABE, v. 56, p. 1003–1010, 2013.

JORGE, A. **Avaliação comparativa entre processos de secagem na produção de tomate em pó**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1571/1/PG_PPGE_M_Jorge%2C%20Aline_2014.pdf> Acessado em: 08 dez 2017.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1.283-1.287, 2006.

LAVELLI, V.; KERR, W.; HARSHA, P.S.C.S. **Phytochemical stability in dried tomato pulp and peel as affected by moisture properties**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.61, p.700-707, 2012.

LAVELLI, V.; KERR, W.; HARSHA, P.S.C.S. **Phytochemical stability in dried tomato pulp and peel as affected by moisture properties**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.61, p.700-707, 2012.

- LINK, J. V. **Aplicação de múltiplos ciclos de aquecimento pulso de vácuo para a produção de fatias de manga desidratadas**. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/173036/343721.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em: 08 dez 2017.
- LINS, A. D. F. ; COSTA, J. D. S. ; MOREIRA, I. S.; NUNES, E. N.; MARTINS, J. J. A.; GOMES, J. P.; ALEXANDRE, H. V. **Comparação de dois métodos de secagem em frutos de nectarina**. 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n16/a17v38n16p05.pdf>>. Acessado em: 14 dez 2017.
- MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. Avaliação de um secador solar sob convecção forçada para a secagem do pedúnculo de caju. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277232247_AVALIACAO_DE_UM_SECADOR_SOLAR_SOBO_CONVECCAO_FORCADA_PARA_A_SECAGEM_DO_PEDUNCULO_DE_CAJU>. Acessado em: 10 dez 2017.
- MACHADO, A. V.; SOUZA, J. A.; NOVAES, R. S. **Estudo cinético da secagem da uva Isabel para produção de uva passa**. 2015. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3324/2862>>. Acessado em: 13 dez 2017.
- MARO, L.A.C.; PIO, R.; GUEDES, M.N.S.; ABREU, C.M.P.; MOURA, P.H.A. (2014) **Environmental and genetic variation in the post-harvest quality of raspberries in subtropical areas in Brazil**. Acta Scientiarum. Agronomy, 36:323-328.
- MARQUES L. G.; PRADO M. M.; FREIRE J. T. **Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits**. LWT - Food Science and Technology. v. 42, p.1232–1237, 2009.
- MEJIA-MEZA, E. I.; YÁÑEZ, J. A.; DAVIES, N. M.; CLARY, C. D. **Dried Raspberries: Phytochemicals and Health Effects**. p.161–174, 2013. Blackwell Publishing Ltd.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; ANDRADE, A. C. S. **Teor de água, temperatura do ambiente e conservação de sementes de ipê-roxo**. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n2/a01v36n2.pdf>>. Acessado em: 10 dez 2017.
- MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. **Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28s0/25.pdf>>. Acessado em: 13 dez 2017.
- MASTRANTONIO, S. D. S.; PEREIRA, L. M.; HUBINGER, M. D. (2006). **Mass transfer and diffusion coefficient determination in osmotically dehydrated guavas**. In: INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, 15. 2006.
- MONTEIRO, R.L.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. **A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas**. Journal of Food Engineering. 178, 1-11, 2016.
- MELO, B.; ALMEIDA, M.S. **Valor Nutricional das Frutas**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/nutricao.htm>>. Acessado em: 13 dez 2017.

MOURA, P.H.A.; CAMPAGNOLO, M.A.; PIO, R.; CURI, P.N.; ASSIS, C.N.; SILVA, T.C. (2012) Fenologia e produção de cultivares de framboeiras em regiões subtropicais no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:1714-1721.

NARAIN, N.; GALVÃO, M.S.; SANTANA, K.L.; MOREIRA, J.J.S. **Volatile Compounds in Tomato-Based Dried Products**. *Drying Technology*, v.28, p. 232–239, 2010.

NEGRI, T. C. **Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/biosaude/article/view/27615/20445>>. Acessado em: 03 dez 2017.

NASCIMENTO, J. F. **Testes de Campo nos Secadores Solares Usados para Secagem de Banana na Região de Natuba-Paraíba**. (2009). 26 p.

NESPOLO, C. R.; OLIVEIRA, F. A.; PINTO, F. S. T; OLIVERA, F. C. (2015). **Práticas em Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed.

NÓBREGA, A. M. M. C.; DUARTE, M. E. M.; NUNES, L. S.; MATA, M. E. R. M. C. **Avaliação da textura de manga tommy atkins submetida a diferentes processos de secagem**. Disponível em: <<http://pesquisa.ufcg.edu.br/anais/2010/cav/resumos/ciencias%20agrarias%20e%20da%20vida/ENGENHARIA%20AGRICOLA/Anastacia%20Maria%20Mikaella%20Campos%20N%F3brega%20-%20CTRN.pdf>>. Acessado em 12 dez 2017.

NOGUEIRA, D. C.; NOGUEIRA, G. P. **Análise sensorial de frutas desidratadas por processo de desidratação osmótica seguida de secagem em microondas**. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/1204/1/artigo%204.pdf>>. Acessado em: 11 dez 2017.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. **The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products**. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 647 – 654, 2011.

OLIVEIRA, F. I. P. **Influência do pré-tratamento ultrassom e desidratação osmótica na secagem, cor, textura e enzimas do mamão formosa**. 2014. 120f. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/11031/1/2015_tese_fipoliveira.pdf> Acessado em 02 de dez de 2017.

OLIVEIRA, G. H. H.; ARAGÃO, D. M. S.; OLIVEIRA, A. P. L. R.; SILVA, M. G.; ARAÚJO, A. C. **Modelagem e propriedades termodinâmicas na secagem de morangos**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v18n4/1981-6723-bjft-18-4-314.pdf>>. Acessado em: 09 dez 217.

OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. M.; ZÜGE, D. P. P.; MANERA, A. P.; JACQUES, A. C. **Liofilização: efeito sob os carotenóides do morango**. 2016.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. 2007.

PARK, K.J. B.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E. P.; FABBRO, I. M. D. **Secagem: fundamentos e equações**. 2014. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev161/Art16112.pdf>>. Acessado em: 17 dez 2017.

QUEIROZ V. A. V. ; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; SILVA, J. A. **Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção**. 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491403/1/Qualidadenutricional.pdf>>. Acessado em: 12 dez 2017.

RAGHAVAN, G. S. V.; RENNIE, T. J.; SUNJKA, P. S.; ORSAT, V.; PHAPHUANGWITTAYAKUL, W.; TERDTON, P. **Overview of new techniques for drying biological material with emphasis on energy aspects**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v.22, p. 191-205, 2005.

PORCIUNCULA, B. D. A.; SEGURA, L. A.; LAURINDO, J. B. **Processes for Controlling the Structure and Texture of Dehydrated Banana**. Drying Technology, v. 34, p. 167-176, 2016.

RAJKUMAR, P.; KULANTHAISAMI, S.; RAGHAVAN, G.S.V.; GARIE'PY, Y.; ORSAT, V. **Drying Kinetics of Tomato Slices in Vacuum Assisted Solar and Open Sun Drying Methods**. Drying Technology, v. 25, p. 1349–1357, 2007.

RATTI, C. **Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review**. Journal of Food Engineering, v. 49, p. 311–319, 2001.

REIS, D. S.; NETO, A. F.; FERRAZ, A. V.; FREITAS, S. T. **Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v20/1981-6723-bjft-1981-67238315.pdf>>. Acessado em: 05 dez 2017.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R, F.; SILVA, J. P.; COSTA, T. S. A. **Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado**. 2011. Disponível em: <>. Acessado em: 09 dez 2017.

ROSA, E.D. , TSUKADA, M. & FREITAS, L.A.P. **Secagem por atomização na indústria alimentícia: fundamentos e aplicações**. Disponível em: <<http://www.labmaqdo brasil.com.br/downloads/spray-dryers/Fundamentos%20e%20Aplicacoes%20da%20Secagem%20por%20Atomizacao%20na%20Industria%20de%20Alimentos.pdf>> Acessado em: 08 dez 2017.

SANTIAGO, M. C. P. A. **Avaliação de processos para obtenção de produtos ricos em antocianinas utilizando suco de romã (punica granatum l.)**. 2014. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/61/teses/815327.pdf>>. Acessado em: 06 dez 2017.

SANTOS, R.G.; TELES, A.R.S.; CONCEIÇÃO, A.M.; BARBOSA, N.F.P.; SILVA, G.F.; MONTEIRO, L.F. **Estudo da cinética de secagem e alterações físico-químicas do tomate (Lycopersicon esculentum)**. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east->

1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/enemp2015/SE-641.pdf>. Acessado em: 08 dez 2017.

SANTOS, S.; CARDOSO, W. O.; CAZETTA, M.; GORAYEB, T. C. C. **Avaliação da atitude dos consumidores de frutas desidratadas**. Disponível em: <<http://www.fatecjales.edu.br/sintagro/images/anais/tematica6/avaliacao-da-atitude-dos-consumidores-de-frutas-desidratadas.pdf>>. Acessado em: 10 dez 2017.

SEBRAE. **Agronegócio fruticultura**. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)> Acessado em: 03 de dez de 2017.

SEBRAE. **Frutas desidratadas**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-negocio-de-frutas-desidratadas,aae9e05452c78410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acessado em: 05 de dez de 2017.

SILVA, E. S.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, A. V.; COSTA, R.O. **Secagem de Grãos e Frutas: Revisão Bibliográfica**. 2015. Revista Brasileira de Agrotecnologia. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO_REVISÃO_BIBLIOGRÁFICA>. Acessado em: 08 dez 2017.

SILVEIRA, A. M.; ALVES, S. M. **Tomates secos via processo combinado convecção desidratação osmótica**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), XIV, 2002, Natal, Anais. Natal: UFRN, 2002.

SOUZA, G. M. **Obtenção de tomates secos utilizando um sistema de secagem solar construído com materiais alternativos**. 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica; v.6, p. 135-139, Cusco, (2007)

SOUZAA, M. S. S.; COSTAA, R. A.; CHAVESB, A. C. S. D.; NUNESA, T. P.; JÚNIORA, A. M. O. **Desenvolvimento e Avaliação de Passas de Jaca Obtidas por Desidratação Osmótica Seguida de Secagem Convectiva**. 2011. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/JHealthSci/article/view/1230/1180>. Acessado em: 07 dez 2017.

SOUZA, V.R.; PEREIRA, P.A.P; SILVA, T.L.T.; LIMA, L.C.O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. (2014) **Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity, and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits**. Food Chemistry, 156:362-368.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA-FILHO, P. A. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. v. 2 São Paulo-SP: Editora LTC, 2016, 652 p.

TOURÉ, S.; KIBANGU-NKEMBO, S. **Comparative study of natural solar drying of cassava, banana and mango**. Renewable Energy. 29, 975– 990, 2004.

TERRONI, H. C.; JESUS J. M.; ARTUZO, L. T.; VENTURA, L. V.; SANTOS, R. F. **Liofilização**. 2013. Disponível em:

<<http://www.unilago.edu.br/revista/educacaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZACAO.pdf>>. Acessado em 06 dez 2017.

TORRES, H. M. **A Framboesa e sua Aplicação em uma Empresa Alimentícia**. 2016.

Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150671/001009395.pdf?sequence=1>>.

Acessado em: 08 dez 2017.

UGULINO, S. M. P.; GOUVEIA, D. S.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.;

DUARTE, S. T. G.; SANTANA, P. B. **Avaliação da aceitação de passas de jaca**

elaboradas por diferentes tratamentos de secagem. 2006. Disponível

em<<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev82/Art827.pdf>>. Acessado em: 12 dez 2017.

VARNALIS, A. I.; BRENNAN, J. G.; MACDOUGALL, D. B. **A proposed mechanism of**

high-temperature puffing of potato. Part I. The influence of blanching and drying

conditions on the volume of puffed cubes. *Journal of Food Engineering*, v. 48, p. 361–367,

2001.

VASCONCELOS, M.A. S; FILHO, A. B. M. **Conservação de Alimentos**. 2010. Disponível

em:

<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42833138/181012_con_alim.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1513018061&Signature=S5IyeAtr15UPqzv7PrNaHoL1mxg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUFPRPE_Universidade_Federal_Rural_de_Pern.pdf>

Acessado em: 07 dez 2017.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. **Liofilização de fatias de abacaxi:**

avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v15n1/06.pdf>>. Acessado em: 07 dez 2017.

VIZZOTTO, M. **Propriedades funcionais das pequenas frutas**. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70403/1/Marcia-Vizzotto-p84-88.pdf>>.

Acessado em: 12 dez 2017.

WILKINSON; DIJKSTERHUIS; MINEKUS. **From food structure to texture**. *Trends in*

Food Science & Technology. 11(12), 442 – 450, 2000.

ZARDO, I. **Extração e microencapsulação de compostos antociânicos do bagaço de**

mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.). 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ZOTARELLI, M. F.; PORCIUNCULA, B. D. A.; LAURINDO, J. B. **A convective multi-**

flash drying process for producing dehydrated crispy fruits. *Journal of Food Engineering*,

v. 108, p. 523-531, 2012.

ZOU K., TENG J., HUANG L., DAÍ X., WEI B. **Effect of osmotic pretreatment on quality**

of mango chips by explosion puffing drying. *LWT - Food Science and Technology*, v. 51,

p. 253-259, 2011.