



AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA MASSA DE PAMONHA SECA EM DIFERENTES MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO

¹Rafaela Picolli Machado de Souza, ¹Vanessa Galvão e Silva, ²Carlos Alberto Baca Maldonado, ³William Renzo Cortez-Vega, ⁴Luciana Alves da Silva; ⁵Rosalinda Arévalo-Pinedo

¹Acadêmico do Curso de Engenharia de Alimentos, Dourados, Mato Grosso do Sul (MS)/Brasil, email: rafaelapicolli@gmail.com

¹Acadêmico do Curso de Engenharia de Alimentos, Dourados, Mato Grosso do Sul (MS)/Brasil, email: vanessagaslvao@gmail.com

²Professor do Curso de Licenciatura em Educação do Campo, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul (MS), e-mail: marcelopaz@ufgd.edu.br

³Professor do Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade do Amazonas (UFAM), Manaus, Pará, e-mail: williamvega@ufgd.edu.br

⁴Professora do Curso de Nutrição, Centro Universitário Cidade Verde (UNICV), Maringá, Paraná, e-mail: prof_lucianasilva@unicv.edu.br

⁵Professor do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul (MS), e-mail: rosalindapinedo@ufgd.edu.br

RESUMO

A pamonha é um produto típico elaborado em diferentes regiões brasileiras, por ser feita de maneira artesanal não há uma padronização da comercialização deste produto, sendo assim, é altamente suscetível à contaminação microbiana. Assim sendo, a secagem é um método de conservação muito utilizado para aumentar o tempo de vida útil dos alimentos, dentre eles a secagem convencional, secagem a vácuo e a liofilização. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar a secagem da massa de pamonha para investigar o potencial de desidratação com diferentes métodos de secagem. Para obtenção da massa foram adquiridas as espigas na própria região de Dourados/MS, cujas análises físicas químicas foram realizadas no Laboratório do curso de Engenharia de Alimentos da UFGD, sendo analisados: pH, acidez, ácido ascórbico e umidade. Para a secagem com os diferentes secadores se utilizou o Laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp/Campinas/SP. As temperaturas de secagem foram 50, 70 e 90°C, após a secagem se realizaram análises físicas como: higroscopicidade e A_w para quantificar diferenças existentes entre os pós. Nos resultados se obtiveram baixa atividade de água (A_w) no pó de pamonha obtidos com os diferentes secadores utilizados, tornando-o um alimento desde o ponto de vista microbiológico o produto altamente estável. A temperatura e o tipo de secador influenciaram na obtenção da curva de cinética de secagem, sendo a que melhor se ajustou a equação de fick foi com o secador convectivo nas três temperaturas estudadas. O trabalho obteve resultados promissores e investigativos antes ainda não mencionados na literatura sobre a secagem de pamonha doce.

PALAVRAS-CHAVE: Milho; Hidroscopicidade; Liofilização; Nutrientes

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o milho é produzido em quase todo o território nacional, apresentando bom rendimento e fácil cultivo, sendo grande parte destinada à produção de grãos. Esta característica o torna tradicional na culinária brasileira, sendo consumidos sob a forma direta ou na forma de sucos, sopas, bolos, curau, pamonhas e produtos industrializados. No entanto, a elaboração da pamonha é feita de maneira artesanal, podendo ocorrer alterações negativas nas suas características físicas, físico-químicas e sensoriais.

No passado, a cultura do milho, frequentemente cultivado em consórcio com o feijão, sempre esteve relacionada à noção de subsistência. No presente,



a produção desse cereal é mais facilmente associada a cultivos comerciais, baseados na utilização de tecnologias modernas, nos quais a relação mais importante é com a soja, que o sucede na rotação de culturas, ou com ele disputa espaço como opção de plantio. Assim baseando-se em tecnologias avançadas, com mecanização e uso intensivo de insumos no processo produtivo realizado em propriedades maiores e, por isso, aproveitando-se dos ganhos de escala, esse produto conseguiu se destacar entre as demais culturas, revelando uma importância econômica e social inquestionável (GALVÃO & MIRANDA, 2004).

Uma iguaria proveniente do milho verde ralado bastante popular em todo território brasileiro é a pamonha, a qual pode ser encontrada na forma doce ou salgada, variando as receitas de acordo com as regiões.

Segundo Cascudo (2004), o povo brasileiro herdou do indígena o mingau, o pirão, a paçoca, a pamonha, a canjica, a pipoca. As culinárias originais foram lapidadas pelo tempo, por mãos africanas e portuguesas para se chegar aos dias de hoje. Mas em termos históricos não há consenso em qual estado brasileiro a pamonha é tida como prato típico. Algranti (2000) afirma que as pamonhas mais famosas são as de Goiás. Carvalho (1998) pincela influências indígenas na culinária Goiânia, com destaque para a pamonha, mas acredita que ela foi herdada de Minas Gerais. Algranti (2000) também compartilha da origem indígena da pamonha, mas não deixa a certeza se é um prato típico de Goiás ou São Paulo (URU, 2007).

Na preparação da pamonha os grãos são triturados e peneirados para retenção parcial de fibras. A seguir é estabelecida a formulação ajustando-se os teores de água e de açúcar ou de sal, podendo incrementar outros ingredientes. A embalagem usada é a própria palha do milho e então levado a cocção. O produto final consiste em um material geleificado devido aos processos de gelatinização e retrogradação do amido presente, de consistência firme e macia (LEME, 2007).

A secagem é uma das técnicas tradicionais de conservação de alimentos mais utilizadas. Consiste na redução da disponibilidade de água para o desenvolvimento de microrganismos e para reações bioquímicas deteriorativas. Apresenta a vantagem de ser simples e permitir a obtenção de produtos com maior vida de prateleira. Além disso, o processo envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. Em alguns casos, a desidratação apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra (PARK et al., 2002).

Apesar dos aspectos positivos, a secagem pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, e a intensidade dessas alterações é dependente das condições utilizadas no processo de secagem e das características próprias de cada produto (BORGES, 2011).

Ao se expor um material biológico a uma determinada umidade relativa, ocorre um fenômeno de transferência de massa para se alcançar um equilíbrio dinâmico entre a umidade do produto e a do ambiente. Tal fato acontece quando a pressão de vapor da água na superfície do material se iguala a do ar que o envolve (KUROZAIWA, 2005).

Conforme Park et al. (2007), o objetivo da análise da secagem é sempre fazer à predição de tempo de secagem. A predição do tempo de secagem é o dado fundamental para o dimensionamento e a otimização de uma planta industrial de secagem. As taxas de secagem devem ser relacionadas para um



determinado produto e para uma determinada operação (processo e equipamento). A evolução das transferências simultâneas de calor e de massa no decorrer da operação de secagem faz com que esta seja dividida esquematicamente em três períodos, onde são analisadas as curvas de evolução do teor de água do produto, de sua temperatura e da velocidade de secagem, também chamada de cinética de secagem, ao longo do tempo, para um experimento utilizando ar de propriedades constantes.

O primeiro período representa o início da secagem. Nesse período ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (água). O segundo período se caracteriza pela taxa constante de secagem. No terceiro período, a taxa de secagem é decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, portanto, a transferência de massa (KAJIYAMA & PARK, 2010).

Em operações comerciais é necessário estimar o quão rapidamente um alimento pode ser desidratado em um secador em particular, para calcular a quantidade que pode ser produzida por hora ou por dia. Quando o comportamento de secagem é simples e são conhecidos os dados dos teores de umidade crítica e de equilíbrio ou as propriedades térmicas dos alimentos, os tempos de secagem podem ser calculados. No entanto, esses dados não são conhecidos para muitos alimentos, sendo, então, utilizados os resultados de testes de secagem em escala-piloto para estimar os tempos de secagem (FELLOWS, 2006).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Preparação da matéria-prima

A matéria prima foi o milho verde (*Zea mays*) AG1051, adquirido diretamente do agricultor situado na região de Fátima do Sul/ MS. Depois de obtidos os mesmos foram transportados até o laboratório de Bioprocessos (LABIO) para as análises respectivas e para o processo de obtenção da massa do milho. Foram retiradas as palhas das espigas de milho recém-colhidas com o auxílio de uma faca de aço, sendo cortadas na parte superior de tal forma que facilitava a retirada da palha, para posteriormente separar a espiga. A espiga contendo os grãos foi ralada através do uso de um ralador manual, que se obteve o sabugo e a polpa (massa de milho).

A massa de pamonha doce foi submetida às análises de umidade, pH, acidez total titulável, ácido ascórbico, atividade de água, fibra bruta e cinzas, sendo estas realizadas no laboratório da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (UFGD), seguindo os procedimentos descritos a seguir.

2.2. Determinação do conteúdo de umidade (w_a)

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico em estufa à temperatura de 105 °C por 24 horas e expresso em gágua/gpolpa, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).



2.3. Determinação do pH

O pH foi determinado através de potenciômetro, calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, utilizando pHmetro digital com eletrodo combinado de vidro ou plástico.

2.4. Determinação da Acidez Total Titulável (ATT)

O teor de ácidos, expresso pela acidez total titulável (ATT), foi medido por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N. A acidez total foi determinada segundo o método de AOAC (200) e Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

$$\% \text{ ácido cítrico} = (Vg \cdot N \cdot f \cdot Eq. \text{ Ac.}) / 10 \cdot g$$

Onde:

Vg = volume de NaOH gasto (ml);

N = normalidade da solução de NaOH utilizada = 0,1N;

f = fator de correção obtido para padronização do NaOH = 1,00;

Eq. Ac. = equivalente ácido cítrico, que é 64,04;

g = massa da amostra.

2.5. Determinação de Ácido Áscórbico (AA)

A determinação de ácido ascórbico foi realizada por titulação direta, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) modificada por Arévalo (2007). A metodologia se baseia na capacidade do iodo (agente oxidante) em oxidar quantitativamente o ácido ascórbico, utilizando uma solução de amido como indicador. A solução de amido (0,5%) é preparada aquecendo se água até a ebulição e então adicionando o amido sob agitação.

2.6. Determinação da Atividade de água (Aw)

A determinação da atividade de água da massa de pamonha doce foi realizada utilizando o aparelho Decagon (Modelo Pawkit Water Actity Meter, BrasEQ, Brasil) com temperatura de 25°C.

2.7. Determinação de fibra bruta (fb)

A fibra total será determinada pelo método não enzimático gravimétrico para alimentos com reduzido teor de amido, segundo Li e Cardozo (1992):

$$\% \text{ fb} = \frac{(pr - pp)}{pa}$$

Equação Error! No text of

specified style in document.-1



$\%f_T = \%fb - \text{cinzas}$
specified style in document.-2

Equação Error! No text of

Onde:

pr= peso do papel com resíduo

pp= peso do papel

pa= peso da amostra

fb= fibra bruta

fT= fibra total

2.8. Determinação de cinzas utilizando a mufla

O termo de cinzas foi determinado através da metodologia da AOAC (200), pela diferença de pesagem dos cadinhos e amostras incinerada. Os cadinhos de porcelana são aquecidos a temperatura de 550 oC por meia hora, esfriados em dessecador e pesados em balança analítica, registrando se o peso dos cadinhos vazios. Amostras de 2 – 3 g são pesadas nesses cadinhos e em seguida colocados na mufla pré-aquecida a 200 oC e a temperatura é elevada até alcançar 550OC e permanecendo nesta temperatura até que o material se torne de uma coloração branca ou cinza clara.

2.9. Processos de secagem e obtenção dos pós de pamonha

As amostras foram secadas no Laboratório de Tecnologia Pós Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Apenas a secagem por meio da liofilização foi realizada no laboratório do NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), também localizada na UNICAMP. As amostras foram retiradas do congelador e expostas a temperatura ambiente até atingir o equilíbrio térmico, para posteriores secagens. As amostras secas por meio do secador convectivo, estufa comum e estufa a vácuo foram comparadas com as obtidas utilizando um secador liofilizador.

Todas as secagens foram realizadas com um peso inicial de 60g, foi utilizado o peso de uma amostra padrão para observar a perda de umidade da amostra e descrever a operação de secagem através da curva da cinética de secagem, sendo este constituído da velocidade de secagem em função do teor de umidade.

Para controlar a perda de umidade foi determinado o teor de água inicial, através de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), e o teor de água final, por diferença de peso.

Os dados experimentais obtidos nas secagens foram ajustados ao modelo matemático da Segunda Lei de Fick, para a determinação do coeficiente de difusividade de cada processo.

Os pós adquiridos nas secagens foram triturados em liquidificador doméstico, acondicionados em recipientes de polietileno e armazenados em dessecadores, para futuras análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



Os dados da composição química nutricional da massa de pamonha doce estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química nutricional do extrato de pamonha.

Determinações	Valores Médios
Umidade (%)	79,04 ± 0,001
pH	6,67 ± 23,4°C
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico v/p)	0,22
Vitamina C (% p/p)	12,742
Atividade de água- AW (25°C)	0,997 ± 0,01
Fibra bruta (%)	9,02
Cinzas (%)	0,69

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a TACO (2011), os teores de umidade e cinzas da pamonha pré-cozida apresentam um valor de 61,3% e 0,69%, respectivamente. Comparando com teor de umidade encontrado no presente trabalho (79,04%) este índice apresenta-se superior ao citado por consequência da diferença nas formulações da pamonha que não é padronizada e é um produto que depende da composição dos grãos de milho. Já quanto ao teor de cinzas o resultado obtido foi semelhante ao da TACO.

Segundo LEME 2007, a pamonha e os grãos de milho verde utilizados como matéria prima em seu trabalho apresentaram valores de pH e acidez titulável próximos da neutralidade (6,5 - 7,5), valores semelhantes aos exibidos na Tabela 1.

Observa-se que a massa de pamonha doce possui elevada atividade de água (0,997) e um alto valor de umidade (79,04%), estes valores em conjunto com o pH permitem uma maior facilidade de multiplicação de bactérias, inclusive patogênicas, mofos e leveduras que, considerando também a falta de processos para minimizar esse problema tendem a diminuir a vida de prateleira do produto. Portanto, por se tratar de um alimento pouco ácido o ideal seria submetê-lo a um tratamento térmico para controlar a ação desses microorganismos.

Também, observam-se nessa mesma tabela, que os valores de vitamina C (ácido ascórbico) são relativamente altos o que define não só o caráter nutricional do alimento como também as reações que podem vir acontecer. Conforme CARDELLO (1988), sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático, e causar aparecimento de sabor estranho. Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica que provavelmente os demais nutrientes também estão sendo preservados.

Os pós de pamonha doce obtidos nos processos de secagem, utilizando diferentes temperaturas estão apresentados na Tabela 2.

Observando a Tabela 2, podemos constatar a baixa atividade de água (Aw) dos pós de pamonha doce o que significa que no ponto de vista microbiológico o produto final pode ser considerado altamente estável. FELLOWS (2006) afirma que quase toda a atividade microbiana é inibida abaixo de Aw 0,6 e a maioria dos fungos, leveduras e bactérias é inibida, respectivamente, abaixo de 0,7, 0,8 e 0,9. Pode-se afirmar também, que a temperatura influenciou significativamente, pois as amostras secadas a uma



temperatura de 50°C tiveram AW superiores ao liofilizado. Com relação à umidade, todas as amostras que foram secas em temperatura de 90°C apresentaram valores mais baixos (6,83-8,14%), podendo ser considerados produtos seguros quando mantidos sob embalagem adequada.

Ainda de acordo com a Tabela 2, o pó obtido no liofilizador apresentou maior higroscopicidade (15%) no qual segundo Carlos et al. (2005) isto se dá pela alta afinidade que o produto final tem com a água e por sua complexidade na composição. Por se tratar de um produto com alta estabilidade, proporcionou comportamento esperado, como por exemplo, no que diz respeito à Aw que é baixa e, portanto, possuem menos água livre e absorvem mais umidade. Isto explica o fato de a umidade do pó antes de ser feita a higroscopicidade (UBU) ser menor que a umidade após a higroscopicidade (UH).

Em comparação ao parâmetro estipulado (pó liofilizado), podemos observar que os pós secados em estufa convencional a 70°C e em estufa a vácuo a 90°C, se aproximaram dos valores de higroscopicidade e de Aw do pó liofilizado. Em contrapartida, a umidade obtida após a higroscopicidade diminuiu o que significa que o pó cedeu umidade (dessorção), pois de acordo com Albuquerque et al. (2006) a pressão de vapor d'água do material biológico é maior que a pressão de vapor d'água presente no ar.

Logo, o único secador que apresentou comportamento similar do liofilizador considerando todas as temperaturas (50,70, e 90°C), é a estufa a vácuo, concluindo que as variações dos parâmetros estudados ocorreram de forma esperada: quanto menor a umidade, menor a atividade de água, maior a higroscopicidade e maior a umidade higroscópica. Os outros secadores (estufa convencional e secador convectivo) apresentaram variações desses parâmetros demonstrando comportamento instável que não são de interesse desejável. A diferença da secagem em estufa a vácuo e da liofilização está na temperatura, pois o liofilizador trabalha com temperaturas muito baixas, que mantém o valor nutritivo. Já a estufa a vácuo trabalha com calor, permitindo a retirada de certas substâncias na ausência de ar, às vezes desejadas. No entanto, os dois trabalham sob vácuo o que explica o comportamento similar.



Tabela 2: Parâmetros umidade e atividade água do pó de pamonha obtido por diferentes secadores.

Secadores	T (°C)	U _{Bu} (%)	U _{Bs} (%)	A _w (25°C)	Higroscopicidade (%)	U _H (%)
Estufa Convencional	50	14,48 ± 0,002	0,17	0,21	12,97	14,6
	70	7,99 ± 0,001	0,09	0,14	14,57	8,03
	90	6,83 ± 0,002	0,07	0,22	10,89	6,8
Estufa a Vácuo	50	10,88 ± 0,002	0,12	0,27	11,59	11,9
	70	8,19 ± 0,0018	0,09	0,26	11,88	8,28
	90	7,81 ± 0,004	0,08	0,14	14	7,57
Secador Convectivo	50	10,32 ± 0,002	0,12	0,21	12,13	10,34
	70	9,50 ± 0,016	0,11	0,14	12,72	8,81
	90	8,14 ± 0,005	0,09	0,25	12,79	7,88
Liofilizador	-40	8,71 ± 0,002	0,1	0,14	15	8,81

Fonte: Dados da pesquisa

Em que, U_{Bu}= teor de umidade em base úmido; U= teor de umidade em base seca



4. CONCLUSÃO

É importante ter conhecimento do teor de umidade do produto a ser seco para assim definir os níveis de desidratação, aumentar a perecibilidade dos alimentos e determinar processos de armazenamento que não mudem as características do produto final. Assim sendo, todos os secadores apresentaram bons resultados de umidade, pH e atividade de água, resultando em alimentos seguros para o consumo. Apesar do secador convectivo à 90°C ter maior facilidade de remoção de umidade, o produto final obtido não pode ser considerado um pó ideal para substituir o pó liofilizado nos quesitos de cor, higroscopicidade e granulometria. Também deve-se considerar que o alimento submetido à altas temperaturas perdem componentes desejáveis e apresentam menor luminosidade.

Referências

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 349-353, 1999.

ALBUQUERQUE, R. C. et al. Variação do teor de umidade da torta de mamona em função do armazenamento em diferentes embalagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006.

ALVES, C. C. O. et al. Estabilidade de microestrutura e do teor de carotenoides de pós obtidos da polpa de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) liofilizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 830-839, out./dez. 2008.

ÁLVARES, V. S. et al. Análise da coloração da casca de banana 'Prata' tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 155-160, 2003.

AOAC. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, D. C., 1984. métodos nº 22058 e 22059.

ARÉVALO, A. P.; MURR, F. E. X. Influência da pressão, temperatura e pré-tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 636-643, out./dez. 2005.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

BAHNASSEY, Y. A.; BREENE, W. M. Rapid Visco-Analyzer (RVA) Pasting profiles of wheat, corn, waxy corn, tapioca and amaranth starches in the presence of konjac flour,



gellan, guar, xanthan and locust bean gums. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 4, n. 4, p. 134-141, 1994.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 317 p.

BILLMEYER, F. W.; SALTZMANN, M. **Principles of color technology**. New York: John Wiley & Son, 1981.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992. p. 11-24.

BORGES, S. V. et al. Cinética de secagem de bananas por convecção natural: Influência da temperatura, formato, branqueamento e cultivar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 368-376, 2011.

BOSS, E. A. **Modelagem e otimização do processo de liofilização**: aplicação para leite desnatado e café solúvel. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BOTELHO, F. M. et al. Periods of constant and falling-rate for infrared drying of carrot slices. **Journal of Food Engineering**, London, v. 104, n. 4, p. 845-852, 2011.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: The Avi Publishing Company, 1992.

CAMBRAIA, M. **Processamento do milho verde**. Viçosa: CPT, 2004. 144 p.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 176-180, maio 1998.

CARLOS, L. A. et al. Redução da higroscopicidade de pós liofilizados pela indução da cristalização em soluções-modelo de açúcares constituintes de frutas. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 163-173, jun. 2005. Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/p05201.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2013.

CARNEIRO, M. C. **Armazenagem e secagem do resíduo industrial de maracujá amarelo**. 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CHITARRA, A. B.; ALVES, R. E. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: FRUTAL-SINDIFRUTA, 2001.



CHO, S. S.; DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber**. New York, NY: Marcel Dekker, Inc, 2001.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CRANK, J. **The Mathematics of Diffusion**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P. **Manejo e tratos culturais para o cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 16).

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária**. [s. l.], 2013. Disponível em: [www. agricultura.pr.gov.br](http://www.agricultura.pr.gov.br). Acesso em: 23 mar. 2013.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Livraria Ateneu, 1992. 252 p.

FEILLET, P.; AUTRAN, J. C.; VERNIÈRE, C. I. Pasta brownness: an assessment. **Journal of Cereal Science**, v. 32, n. 3, p. 215-233, 2000.

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

FENNEMA, O. **Química de lós alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2000. 1258 p.

FERRARI, C. C. et al. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 47, n. 6, p. 1237-1245, 2012.

FILHO, V. C. **Cultura de milho**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 38 p.

FREITAS, R. A. et al. A rheological description of mixtures of a galactoxiloglucan with high amylose and waxy corn starches. **Carbohydrate Polymers**, Essex, v. 51, n. 1, p. 25-32, 2003.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho: economia, cultivares, biotecnologia, safrinha, adubação, quimização, doenças, plantas daninhas e pragas**. Viçosa: UFV, 2004. 366 p.

GAVA, A. J. **Princípio de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 283 p.

GEA NIRO RESEARCH LABORATORY. **GEA Niro analytical methods**. Disponível em: <http://www.niro.com/methods>. Acesso em: 16 mar. 2013.

GELY, M. C.; GINER, S. A. Diffusion coefficient relationships during drying of soya bean cultivars. **Biosystems Engineering**, London, v. 96, n. 2, p. 213-222, 2007.



GELY, M. C.; SANTALLA, E. M. Moisture diffusivity in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds: Effect of air temperature and initial moisture content of seeds. **Journal of Food Engineering**, London, v. 78, n. 3, p. 1029-1033, 2007.

HECKTHEUER, L. H. R. **Envejecimiento em botella de vinos tintos varietales de tempranillo, bobal y monastrell**. 1996. 222 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Politécnica de Valencia, Valência, 1996.

HENDERSON, S. M.; PERRY, R. L. **Agricultural process engineering**. 3. ed. Westport: AVI Publishing, 1976. cap. 6.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.

JANG, J. K.; PYUN, Y. R. Effect of moisture level on crystallinity of wheat starch aged at different temperatures. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 49, n. 7-8, p. 272-277, 1997.

JAYA, S.; DAS, H. A vacuum drying model for mango pulp. **Drying Technology**, New York, v. 21, n. 7, p. 1215-1234, 2003.

JOHNSON, L. A. Corn: The major cereal of the Americas. In: KULP, K.; PONTE, J. G. (Ed.). **Handbook of cereal science and technology**. New York: Marcel Dekker Inc, 2000. p. 31-80.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência do tamanho da gota e do teor de água final no tempo de secagem em secador atomizador. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 29-36, 2010.

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

KOMPANY, E. et al. Nouveau procédé de déshydratation des fruits et légumes à réhydratation instantanée. **Industries Alimentaires et Agricoles**, v. 107, n. 12, p. 1243-1248, 1990.

KOPELMAN, I. J.; MANGOLD, D. J.; WEINBERG, S. Storage studies of freeze-dried lemon crystals. **Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 403-411, 1977.

KOPELMAN, I. J.; MEYDAV, S.; WILMERSDORF, P. Freeze drying encapsulation of water-soluble citrus aroma. **Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1, p. 65-72, 1977.

KROKIDA, M. K.; ZOGZAS, N. P.; MAROULIS, Z. B. Modeling shrinkage and porosity during vacuum dehydration. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 32, n. 5, p. 445-458, 1997.

KUROZAWA, L. E.; ÂNOAR, A.; MURR, F. E. X. Obtenção de isotermas de dessorção de cogumelo in natura e desidratado osmoticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 654-660, out./dez. 2005.



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

LACERDA, A. F.; QUEIROZ, D. M.; ROA, G. Avaliação experimental de secador comercial intermitente de arroz. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 24-34, 1982.

LASSERAN, J. C. **Aeração de grãos**. Viçosa: UFV, 1981.

LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha**. 2007. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Escola Superior de Agrícola Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

LEME, A. C. et al. Qualidade físico-química e sensorial da pamonha durante comercialização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 12., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2004. 1 CD-ROM.

LINEBACK, D. R. The starch granule: organization and properties. **Bakers Digest**, v. 58, n. 2, p. 16-21, 1984.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MARTINS, M. Açúcar invertido: propriedades e aplicações. **Food Ingredients**, São Paulo, ano 2, n. 10, p. 97, jan./fev. 2001.

MARTINAZZO, A. P. et al. Difusividade efetiva em folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf submetidas à secagem com diferentes comprimentos de corte e temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 68-72, 2007.

MASKAN, M. Kinetics os colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. **Journal of Food Engineering**, London, v. 48, n. 2, p. 169-175, 2001.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Japan: Minolta Co., 1998. 57 p.

MONTICELLI, C. J. et al. Efeito da granulometria do milho, da área por animal e do sexo sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1150-1162, 1996.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3. ed. Campinas: ITAL, 2004. 92 p. (Manual Técnico, n. 6).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriment of Fish**. Washington, DC.: National Academy Press, 1993.



NETO, R. O. T. Alterações da qualidade de frutas e hortaliças desidratadas durante a estocagem. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Desidratação de frutas e hortaliças**: manual técnico. Campinas: ITAL, 2001. p. 8.1-8.9.

NOWAK, D.; LEWICKI, P. P. Infrared drying of apple slices. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 353-360, 2004.

NUNES, R. V. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis da grão de trigo e seus subprodutos para aves**. 1999. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, J.; PALOU, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. **Journal of Chromatography**, v. 881, n. 1-2, p. 543-555, 2000.

OLIVEIRA, R. A. **Efeito da secagem de raízes de chicória na obtenção de inulina**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PARK, K. J. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. **Engenharia Agrícola**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 181-189, 2006.

OLIVER, J. R.; BLAKENEY, A. B.; ALLEN, H. M. Measurement of flour color in color space parameters. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 69, n. 5, p. 546-551, 1992.

OLIVER, J. R.; BLAKENEY, A. B.; ALLEN, H. M. The colour of flour streams as related to ash and pigment contents. **Journal of Cereal Science**, London, v. 17, n. 2, p. 169-182, 1993.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. de. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. [s. l.], 2013. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>. Acesso em: 28 fev. 2013.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Drying of pear 'd'Anjou' with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, London, v. 56, n. 2-3, p. 97-103, 2002.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett (Pyrus sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 287-293, 2001.

PARKER, R.; RING, S. G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, v. 34, n. 1, p. 1-17, 2001.

PEREDA, J. A. O. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: ArtMed, 2005.

PEREIRA, A. **Avaliação microestrutural de pós de suco de maracujá obtidos por spray drying**. 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.



PFEIFFER, C. et al. Optimizing food packaging and shelf life. **Food Technology**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 52-59, 1999.

PIJUAN, M. N. B.; BROD, F. P. R.; PARK, K. J. Estudio de secado de champiñón en conserva (*Agaricus bisporus*) utilizando un secador vertical. **Alimentaria**, Madrid, n. 286, p. 119-122, 1997.

POMERANZ, Y. (Ed.). **Wheat: chemistry and technology**. 3. ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1988.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação Objetiva da Cor. In: RAMOS, E. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. Cap. 7. p. 287-370.

RIZVI, S. S. H. Thermodynamic properties of food in dehydration. In: RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H. (Ed.). **Engineering properties of foods**. New York: Marcel Dekker Inc, 1995. cap. 7. p. 223-309.

ROCHA, F. I. G. da. **Avaliação da cor e da atividade antioxidante da polpa e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) em pó**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ROSENTHAL, A. **Desenvolvimento e otimização de um processo para produção de flocos de milho verde por desidratação em rolos secadores (drum-dryer)**. 1988. 188 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

SANTOS, G. de; SOUZA, D. S.; CASTRO, A. A. Cinética de secagem convectiva e liofilização de ramos de coentro (*Coriandrum sativum* L.): estudo da influência dos processos em sua coloração. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 329-335, 2012.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. da. Avaliação da cor, textura e transparência de massa durante o processamento de goiabas em calda. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 149-156, 2005.

SIKORA, M. et al. Rheological properties of some starch-water systems. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 34, n. 5, p. 371-383, 1999.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, P. S. L.; BARRETO, H. E. P.; SANTOS, M. X. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 63-69, 1997.



SILVA, C. K. F. **Estimação de parâmetros de secagem de alimentos**: formulação de Luikov e uso da transformada integral generalizada. 2010. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SOARES, C. M. et al. Diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas peletizadas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em fase de crescimento. Desempenho e digestibilidade aparente. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 21, n. 3, p. 275-287, 2003.

URU, P. M. S. B. de. **Do milho à pamonha**. 2007. 71 f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p. (Textos acadêmicos).

WOLF, W.; SPIESS, W. E. L.; JUNG, G. **Sorption isotherms and water activity of food material**. London: Elsevier Science, 1985.

YANG, W. H.; RAO, M. A. Complex viscosity-temperature mastercurve of com starch dispersion during gelatinization. **Journal of Food Process Engineering**, Westport, v. 21, n. 3, p. 191-203, ago. 1998.

YOSHIDA, C. M. P. **Cinética de secagem do milho superdoce**. 1997. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVAR, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. 25 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 215).

ZANOTTO, D. L. et al. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 428-436, 1995.

ZOBEL, H. F.; STEPHEN, A. M. Starch: structure, analysis, and application. In: STEPHEN, A. M. **Food polysaccharides and their application**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 19-66.

ZOGZAS, N. P.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs. **Drying Technology**, New York, v. 14, n. 10, p. 2225-2253, 1996.