

## Estudo do efeito de coberturas comestíveis como pré-tratamento à secagem convectiva de mamão

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de coberturas comestíveis como pré-tratamento a secagem convectiva sobre a alteração da cor, cinética de secagem e coeficiente de difusão da água do mamão. Para tanto, mamões foram devidamente higienizados, descascados, fatiados e cortados no formato de cilindro. Algumas amostras foram mergulhadas em soluções de pectina (2% p/p), outras em alginato de sódio (2% p/p) e outras em fécula de mandioca (5% p/p), todas com acréscimo de sorbitol como plastificante. Amostras sem cobertura foram usadas como controle. Todas as amostras foram submetidas posteriormente à secagem convectiva a 60 °C. Observou-se que a segunda lei de Fick se ajustou bem aos dados experimentais e que as coberturas comestíveis não influenciaram na transferência de massa durante o processo de secagem. A aplicação das coberturas influenciou a cor do produto seco. Os resultados destacaram o potencial uso de revestimentos comestíveis como uma alternativa para melhorar a qualidade do produto após a secagem convectiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** cor; coeficiente de difusão; pectina; alginato; fécula de mandioca.

**Pamela Pinheiro Rasmussen**

[pamelapinras@gmail.com](mailto:pamelapinras@gmail.com)

Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
Umuarama, Paraná, Brasil.

**Keila de Souza Silva**

[keilasouzas@yahoo.com.br](mailto:keilasouzas@yahoo.com.br)

Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
Umuarama, Paraná, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde, sobretudo com uma alimentação mais saudável, e a preocupação com aumentar o valor agregado dos alimentos in natura vem estimulando pesquisadores a experimentar alternativas para obter produtos industrializados, nutritivos e com maior vida útil (PEROZZI, 2007). A presença da água no alimento é uma das causas de deterioração por microrganismos, degradação enzimática e oxidativa (AZEREDO; RIBEIRO, 2012). Desta forma o processo de secagem é usado como alternativa para diminuir a atividade de água no alimento, aumentando sua vida útil, e facilitando até mesmo o transporte do produto, ao torná-lo mais leve.

Apesar das vantagens apresentadas, o processo de secagem pode causar mudanças físicas, químicas e nutricionais indesejáveis e, por esta razão, controlar o efeito da secagem sobre as características do produto é extremamente importante para proporcionar uma maior qualidade à fruta seca (MUJUMDAR, 2004).

A fim de manter a qualidade nutricional do produto desidratado, algumas pesquisas têm sugerido a aplicação de revestimentos na forma de cobertura comestível como um pré-tratamento para a secagem (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013; GARCIA *et al.*, 2012 e 2014; SILVA *et al.*, 2015).

Os biopolímeros mais utilizados para a formulação dos filmes são lipídeos, polissacarídeos e proteínas, sendo que os filmes elaborados a partir de proteínas ou polissacarídeos geralmente apresentam boas propriedades de barreira ao oxigênio, são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor de água (SILVA *et al.*, 2016).

A pectina é um polissacarídeo hidrossolúvel obtida, geralmente, da casca e polpa de frutas cítricas. A gelificação das pectinas de baixo grau de metoxilação ocorre na presença de cátions divalentes, que proporcionam ligação cruzada (THAKUR; SINGH; HANDA, 1997).

O alginato de sódio é um polissacarídeo obtido de algas marrons, é muito utilizado como ingrediente de alimentos em decorrência de sua capacidade de formar gel e soluções altamente viscosas (MENEGHEL; BENASSI; YAMASHITA, 2008).

A fécula de mandioca é o amido extraído das raízes de tubérculos, composto por grânulos de amidos que quando submetidos ao aquecimento em excesso de água incham e gelificam (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Na literatura são encontrados diversos relatos, sobre produtos minimamente processados que receberam cobertura à base de polissacarídeos, como alginato de sódio, pectina e fécula de mandioca, e tiveram sua qualidade melhorada e vida útil aumentada durante o armazenamento (PEREIRA *et al.*, 2006; MENEGHEL; BENASSI; YAMASHITA, 2008; SCALON; OSHIRO; DRESCH, 2012) todavia, pouco é apresentado sobre a influência destes na preservação da qualidade do produto em relação aos nutrientes, durante a secagem.

Garcia *et al.*, (2014), Canizares e Mauro (2015) e Silva *et al.*, (2015) verificaram que coberturas de pectina gelificadas com cálcio, sem adição de plastificante, preservaram a vitamina C de frutos como abacaxi e mamão durante a secagem convectiva a 60 e 70 °C, sem afetar a cinética de secagem dos mesmos. Lago-

Vanzela *et al.* (2013) observaram que a cobertura de pectina proporcionou maiores retenções de carotenóides de abóbora após a secagem convectiva. Nenhum trabalho que estudasse o efeito de outros polissacarídeos como o alginato de sódio e a fécula de mandioca foi encontrado na literatura.

O mamão é um fruto que apresenta teores significativos de carotenoides, compostos fenólicos e ácidos ascórbicos o que o torna um potencial antioxidante natural na dieta humana (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pela cor amarela, laranja ou vermelha de muitos alimentos, uma propriedade de importância tecnológica uma vez que a cor é o atributo que mais influencia a aceitação dos alimentos (RODRIGUEZ- AMAYA; KIMURA; AMAYA -FARFAN, 2008).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015), a produção de mamão no Brasil irá crescer aproximadamente 30% até 2025. O mamão é uma fruta altamente perecível que apresenta 20% de índices de perdas na comercialização a granel (TOFANELLI *et al.*, 2007). A desidratação do mamão pode ser utilizada como uma alternativa para aumentar a vida útil do fruto.

O acréscimo da cobertura comestível poderia reduzir os efeitos negativos da secagem sobre propriedades físico-químicas agregando valor ao produto seco.

Esse trabalho visou estudar o efeito das coberturas a base de pectina, fécula de mandioca e alginato de sódio sobre a cinética de secagem e sobre a qualidade de mamões após a desidratação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Mamão cultivar formosa safra de 2016, com 11,7 °Brix foram adquiridos na região de Umuarama, Paraná, Brasil. A pectina (GRINDSTESD® PECTIN LA 210 - grau de metoxilação: 0,34; grau de amidação: 0,17), e o alginato (GRINDSTESD® ALGINATE FD 175), foram gentilmente doados pela DANISCO BRASIL LTDA, a fécula de mandioca foi obtida da PINDUCA LTDA, e o sorbitol da Indústria SIGMA-ALDRICH.

Os mamões foram lavados com água corrente e detergente neutro, para retirada de impurezas, e posteriormente, submetidos ao processo de sanitização, através de imersão de solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L, por 5 min (BASTOS, 2006) e secos ao ambiente em bancadas. As bancadas também foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio, a 200 mg/L. O processo de higienização dos frutos foi realizado no dia anterior ao experimento da secagem.

No dia do processamento, os mamões foram descascados e cortados nas extremidades e em sentido longitudinal, resultando em duas metades iguais, e as sementes retiradas. Em seguida, cada metade foi novamente cortada ao meio, obtendo quatro partes de cada mamão. As partes foram fatiadas na espessura de 0,7 cm e posteriormente cortadas, com auxílio de um molde, no formato de cilindro com 3,6 cm de diâmetro.

Para o preparo das coberturas comestíveis foram preparadas três formulações de coberturas comestíveis contendo diferentes polissacarídeos: pectina, alginato de sódio e fécula de mandioca. As concentrações estudadas foram determinadas após testes preliminares, considerando a viscosidade e aderência visual da mesma

à superfície do fruto. Todas as formulações foram preparadas em soluções aquosas com acréscimo de sorbitol como plastificante. A solução contendo 2% (p/p) de pectina e 0,08% de sorbitol foi homogeneizada a 50 °C, e posteriormente resfriada a 25 °C. A solução aquosa contendo 2% (p/p) de alginato de sódio e 0,08% de sorbitol foi aquecida a 80 °C com posterior resfriamento para 25 °C. A solução filmogênica contendo 5% (p/p) de fécula de mandioca foi aquecida a 70 °C, por 20 minutos, e em seguida resfriada a 25 °C para posterior acréscimo de 0,08% de sorbitol.

Para aplicação das coberturas comestíveis as amostras de mamão foram mergulhadas na solução filmogênica por 1 minuto (SILVA; GARCIA, 2017), sendo que as amostras imersas em pectina e alginato foram posteriormente mergulhadas, por 30 segundos, em solução aquosa contendo 2% (p/p) de cloreto de cálcio para gelificação.

Amostras de mamão não cobertas (controle) e amostras cobertas com pectina, alginato de sódio e fécula de mandioca foram submetidas à secagem convectiva em estufa de secagem de circulação forçada de ar (Marconi/ MA035/5) a 60 °C por 13 horas. A escolha da temperatura de secagem foi baseada no fato que temperaturas inferiores a 60°C não apresentam boa eficiência de secagem e temperaturas acima desse valor aumentam os efeitos indesejáveis às características nutricionais das frutas. O tempo de secagem foi determinado visando atingir umidade do produto final inferior a 15%, garantindo dessa forma, baixa disponibilidade de água no alimento para o crescimento de microorganismos.

Fatias de mamão cobertas com pectina foram secas em dias diferentes das fatias cobertas com alginato e fécula de mandioca. Amostras controle foram secas juntamente com amostras revestidas, dessa forma, o Controle 1 (C1) foi seco em paralelo com as amostras cobertas com pectina e o Controle 2 (C2) foi submetido à secagem junto com fatias cobertas com alginato de sódio e com fécula de mandioca. Cada secagem foi realizada em duplicata, sendo que as mesmas foram efetivadas.

Em cada experimento as amostras foram dispostas em cestas de alumínio, de 30x15 cm, previamente pesadas e identificadas. Pesagens de 20 em 20 minutos durante as primeiras 2 horas de processo e depois de hora em hora até o fim da secagem foram realizadas em balança semi-analítica (C&F balanças/ P-6) para o estudo da cinética de secagem. Com o objetivo de reduzir a influência da variação da velocidade do ar dentro do equipamento, foi realizado o rotacionamento das bandejas dentro da estufa, durante as pesagens. Análises de umidade e cor foram realizadas nas amostras antes e imediatamente depois da secagem.

O método gravimétrico foi utilizado para determinação da umidade das amostras. As amostras frescas e secas, com e sem cobertura, foram trituradas manualmente. Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 105 °C até peso constante. A análise foi realizada em triplicata.

A cor das amostras foi avaliada em cinco repetições, utilizando colorímetro (Konica Minolta/CR-400/410), que avaliou nos valores absolutos do parâmetro L\* (claro ou escuro), a\* (vermelho ou verde), e b\* (amarelo ou azul).

Através das coordenadas, a\* e b\*, foi possível calcular o croma (Equação 1) que indica a intensidade da coloração, e o ângulo Hue (H\*) (Equação 2) que é a coordenada polar para a determinação da tendência de coloração da amostra sendo a cor vermelha caracterizada como 0°, amarela 90°, verde 180° e azul 270°.

$$C^* = [(a^{*2})+(b^{*2})]^{1/2} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$H^* = \arctan (b^*/a^*) \quad \text{(Equação 2)}$$

Os resultados dos parâmetros de cor das amostras após a secagem ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $H^*$ ) foram normalizados com relação aos valores obtidos antes do processamento ( $L^*_{\text{depois}}/L^*_{\text{antes}}$ ;  $C^*_{\text{depois}}/C^*_{\text{antes}}$ ;  $H^*_{\text{depois}}/H^*_{\text{antes}}$ ) para a análise estatística, visando diminuir a influência das condições iniciais da matéria prima. A normalização foi realizada dividindo o valor obtido na amostra após secagem pelo valor da amostra antes da secagem.

O coeficiente de difusão efetivo (constante) foi determinado a partir da segunda Lei de Fick, aplicada em uma placa semi-infinita (Equação 3).

$$X = \left( \frac{x(t)-x^{eq}}{x^0-x^{eq}} \right) \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp \left[ -(2n-1)^2 \frac{\pi^2 D_{eff} t}{z^2} \right] \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:  $X^0$  indica o teor de água inicial (em  $t = 0$ , em base seca);  $X(t)$  é a umidade média (base seca) em função de  $t$  (s);  $X^{eq}$  é a umidade no estado de equilíbrio (base seca);  $D_{eff}$  é o coeficiente de difusão efetivo da umidade ( $m^2 s^{-1}$ );  $z$  é a espessura das amostras frescas (0,7 cm); e  $n$  é o número de termos de séries, que foram utilizados,  $n = 12$ .

O coeficiente de difusão efetivo foi calculado a partir dos dados experimentais, de acordo com a Equação 3. A eficiência dos ajustes foi avaliada com base no coeficiente de determinação do ajuste ( $R^2$ ), junto com a raiz quadrada da média dos resíduos (RMQR), calculado pela Equação 4.

$$RMQR (\%) = 100 \left\{ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left[ \frac{x^{calc.} - x^{exp}}{x^{exp}} \right]^2 \right\}^{1/2} \quad \text{(Equação 4)}$$

Os dados foram analisados estatisticamente, pela análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando-se software Statistica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### TEORES DE UMIDADE E CINÉTICA DE SECAGEM

Os teores de umidade (base úmida) da fruta com revestimento comestível, e sem revestimento, antes e depois de 13 horas de secagem por convecção a 60 °C estão apresentados na Tabela 1.

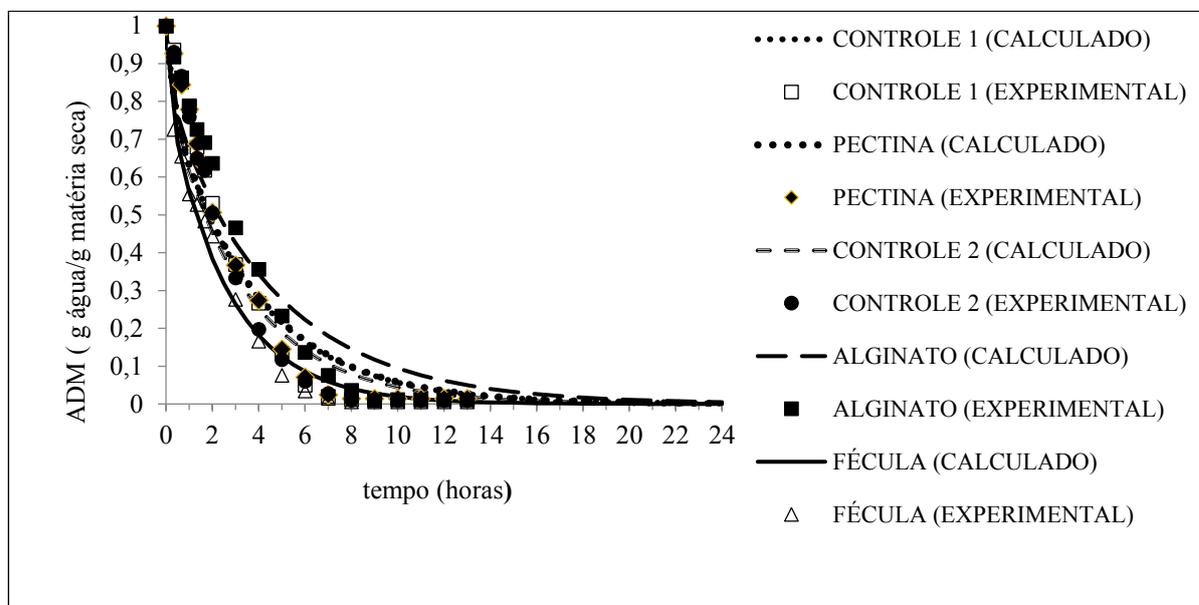
**Tabela 1.** Teor de umidade das amostras de mamão com e sem cobertura, antes e depois da secagem a 60 °C

Tratamentos	Teor de umidade (kg.100 kg <sup>-1</sup> )	
	Antes da secagem	Depois da secagem
C1	88,15±0,67 <sup>a</sup>	11,785±1,71 <sup>a</sup>
Pectina	89,17±0,10 <sup>a</sup>	13,00±0,44 <sup>a</sup>
Alginato	91,02±0,24 <sup>a</sup>	12,95±0,67 <sup>a</sup>
Fécula	89,78±0,52 <sup>a</sup>	11,23±0,43 <sup>a</sup>

NOTA: Média±DP. Médias com a mesma letra minúscula na mesma coluna e para a mesma temperatura não diferiram significativamente em  $p \leq 0.05$  de acordo com o teste de Tukey.

O teor de umidade do mamão controle antes da secagem obtido nesse estudo foi semelhante ao que El- Aouar; Azoubel; Murr (2003), Kurozawa; Hubinger; Park (2012), Garcia *et al.*, (2014) e obtiveram.

As soluções filmogênicas, constituídas por mais de 95% de água, não aumentaram significativamente o teor de umidade das amostras cobertas antes e depois da secagem. Após 13 horas de secagem a 60 °C, o teor de umidade das amostras foi reduzido em, aproximadamente 85% do valor inicial. Não foi observada diferença significativa no conteúdo de umidade entre as amostras com e sem cobertura após a secagem. Ao analisar as curvas de cinética de secagem (Figura 1), observa-se que amostras cobertas com pectina ou fécula de mandioca apresentaram curvas de secagem próximas a da amostra controle 1 e 2, respectivamente. Amostras cobertas com alginato, todavia, apresentaram cinética de secagem um pouco diferente das amostras controle 2 até 8 horas de processo.



**Figura 1-** Variação experimental e calculada (Eq.1) do conteúdo de umidade (adimensional) durante a secagem a 60 °C de mamão sem cobertura (controle) e previamente coberto

As curvas observadas sugerem que a estrutura celular do mamão representa maior resistência à transferência de massa durante a secagem convectiva do que as coberturas adicionadas de pectina e fécula de mandioca à superfície da fruta. A cobertura de alginato, entretanto, aumenta um pouco a resistência à desidratação das amostras até 8 horas de secagem, pois depois desse tempo, a estrutura celular do mamão parece ser a resistência mais significativa no processo.

Revestimentos à base de polissacarídeos apresentam baixa permeabilidade ao vapor d'água (SILVA *et al.*, 2016) e essa propriedade pode justificar a não interferência da cobertura na transferência de massa durante o processo. Garcia *et al.*, (2014) e Canizares; Mauro (2015) apresentaram comportamento semelhante ao estudar o efeito das coberturas de pectina, sem adição de plastificante, sobre o teor de umidade de mamões secos a 60 e 70 °C. No presente trabalho, entretanto, pode se verificar que o tipo de polissacarídeo usado como cobertura comestível pode alterar a cinética de secagem do mamão.

A média dos coeficientes de difusão efetiva ( $D_{eff}$ ) calculado de acordo com a Equação 1 está apresentada na Tabela 2. A eficiência do ajuste foi avaliada através dos valores da raiz quadrada média dos resíduos (RMQR) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

**Tabela 2.** Coeficiente de difusão para placa plana ( $D_{eff} \times 10^{-10}$ ,  $m^2 s^{-1}$ ), raiz quadrada da média dos resíduos (RMQR), e coeficiente de determinação do ajuste ( $R^2$ )

Tratamentos	$D_{eff} (x 10^{-10} m^2 s^{-1})$	$R^2$	RMQR (%)
Controle 1	3,36±0,28 <sup>a</sup>	0,97±0,03	12,55±0,03
Pectina	3,62±0,20 <sup>a,A</sup>	0,97±0,02	8,45±0,02
Alginato	2,96±0,40 <sup>a,A</sup>	0,96±0,03	21,35±0,03
Fécula	5,15±0,10 <sup>a,B</sup>	0,99±0,07	14,78±0,09

NOTA: Média ± DP. Médias com a mesma letra minúscula entre as amostras cobertas e seus respectivos controles não diferiram significativamente em  $p \leq 0.05$  de acordo com o teste de Tukey. Médias com a mesma letra maiúscula entre as amostras cobertas não diferiram significativamente em  $p \leq 0.05$  de acordo com o teste de Tukey.

A Equação 3 apresentou ajuste razoável aos dados experimentais apresentando valor de  $R^2$  acima de 0,96 e RMQR entre 8 e 22%.

Kurozawa; Hubinger e Park (2012) realizou a secagem de cubos de mamões (20x20x20cm) em secador convectivo com velocidade igual a 1  $m.s^{-1}$ . Os autores obtiveram os coeficientes de difusividade iguais a 3,2 e 4,4  $\times 10^{-10} m^2 s^{-1}$ , para a temperatura de 40 e 70°C. A diferença entre os coeficientes de difusão dos autores e os obtidos nesse trabalho pode ser atribuída à diferença no formato geométrico das amostras, à velocidade do ar e às temperaturas estudadas.

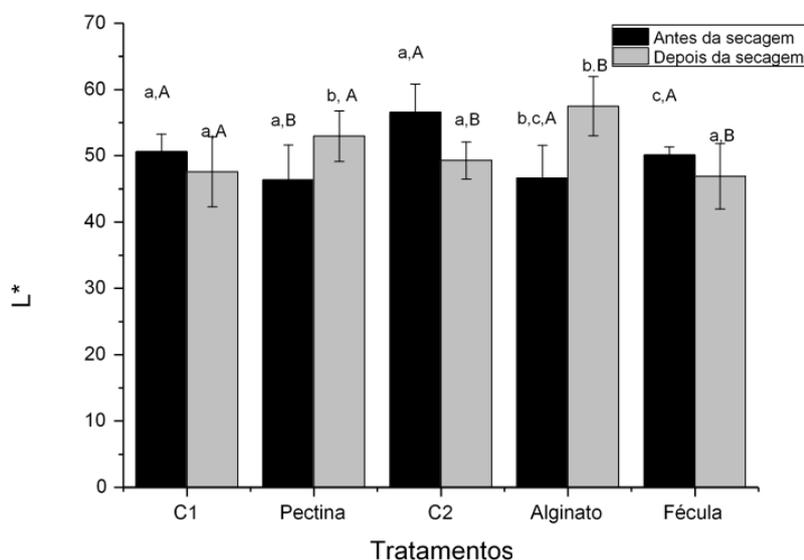
Não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias das difusividades efetivas das amostras controle e cobertas. A difusividade da água nas amostras revestidas inclui tanto a difusividade no tecido do fruto quanto no revestimento de polissacarídeos. A não diferença estatística entre os coeficientes de difusão da água indica pequena influência dos revestimentos comestíveis sobre a transferência de massa por difusão. Apesar desse resultado, nota-se uma tendência da cobertura de alginato influenciar na difusão de água durante a secagem, pois amostras cobertas com esse polissacarídeo apresentaram valores de difusividade bem

menores que o do controle 2. Esse resultado é confirmado pelo conteúdo de umidade apresentado na Tabela 1 e pela cinética de secagem apresentada na Figura 1.

Canizares e Mauro (2015) secaram amostras de mamão de 1 cm de espessura e 3,6 cm de diâmetro sem revestimento e revestidos com pectina, a 60 °C, e obtiveram o coeficiente de difusão para amostras controle e cobertas com pectina, de  $5,68 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  e  $6,02 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , respectivamente. Comparando com os valores da Tabela 2, verifica-se que os valores de difusividade obtidos nesse trabalho foram inferiores. Essa diferença pode ser atribuída às dimensões das amostras estudadas nesse trabalho (0,7 de espessura e 3,6 de diâmetro), uma vez que, de acordo com a Equação 3, quanto menor a distância para a difusão, menor será o coeficiente de difusão.

### COR

Os parâmetros de cor também foram apresentados nas Figuras 2, 3 e 4 visando comparação entre amostras cobertas e amostras controle.



**Figura 2.** Claridade ( $L^*$ ) das amostras de mamão, cobertas ou não, antes e após a secagem a 60 °C por 13h. As letras minúsculas representam diferença significativa entre as amostras cobertas e seus respectivos controles e as letras maiúsculas comparam as diferenças entre as amostras antes e depois da secagem.

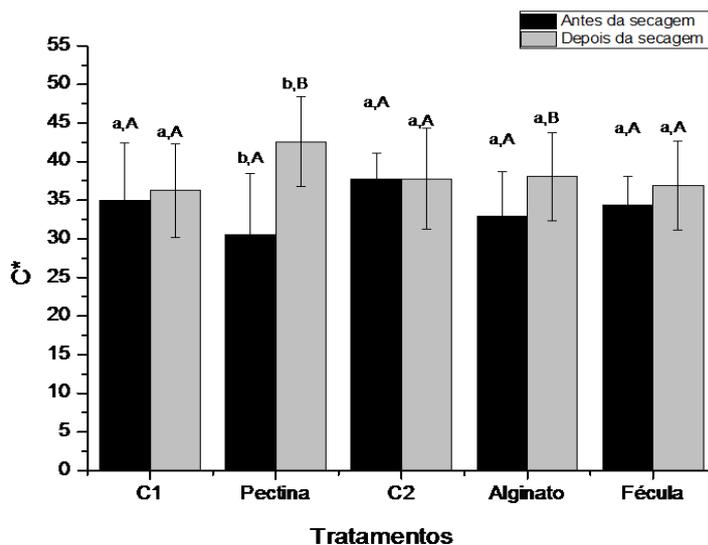
Amostras controle e amostras cobertas com fécula ficaram mais escuras (menor valor de  $L^*$ ) após 13 horas de secagem a 60 °C (Figura 2). As amostras cobertas com pectina e alginato, entretanto, apresentaram maior claridade ( $p < 0,05$ ) após o processo térmico (Figura 2 e Tabela 3). O escurecimento pode ter ocorrido devido à oxidação das amostras durante a secagem.

Ao comparar o efeito da claridade de amostras com e sem revestimento durante o armazenamento de produtos minimamente processados, Pizato *et al.*, (2013) observaram maior conservação da claridade de maçãs cobertas com alginato, ao passo que Hojo *et al.*, (2005) relataram não haver nenhuma influência da fécula de mandioca sobre o parâmetro  $L^*$  de pimentões minimamente processados. Nesse trabalho, é possível verificar mesmas tendências, mesmo quando os revestimentos foram submetidos à secagem a 60 °C.

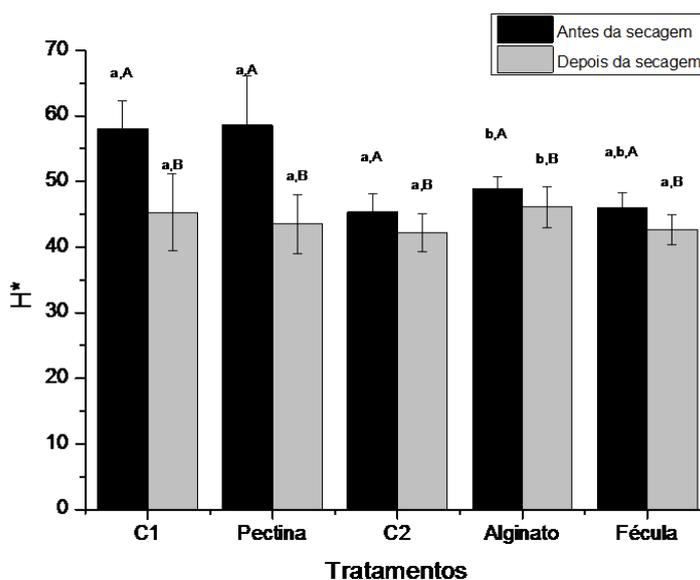
**Tabela 3.** Normalização entre a claridade (L\*), cromia (C\*) e ângulo Hue (H\*) das fatias de mamão antes e após a secagem.

Tratamentos	L* <sub>depois</sub> /L* <sub>antes</sub>	C* <sub>depois</sub> /C* <sub>antes</sub>	H* <sub>depois</sub> /H* <sub>antes</sub>
Pectina	1,16±0,19 <sup>a</sup>	2,10±0,43 <sup>a</sup>	43,27±7,38 <sup>a</sup>
Alginato	1,24±0,19 <sup>a</sup>	1,85±0,34 <sup>a,b</sup>	38,39±10,12 <sup>a</sup>
Fécula	0,93±0,09 <sup>b</sup>	1,66±0,40 <sup>b</sup>	37,88±3,92 <sup>a</sup>

NOTA: Média ± DP. Médias com a mesma letra minúscula na mesma coluna não diferiram significativamente em p≤0.05 de acordo com o teste de Tukey.



**Figura 3.** Valores de cromia (C\*) das amostras de mamão, cobertas ou não, antes e após a secagem a 60 °C por 13h. As letras minúsculas representam diferença significativa entre as amostras cobertas e seus respectivos controles e as letras maiúsculas comparam as diferenças entre as amostras antes e depois da secagem.



**Figura 4:** Ângulo Hue (H\*) das amostras de mamão, cobertas ou não, antes e após a secagem a 60 °C/13h. As letras minúsculas representam diferença significativa entre as amostras cobertas e seus respectivos controles e as letras maiúsculas comparam as diferenças entre as amostras antes e depois da secagem.

Silva *et al.*, (2015) observou que abacaxi coberto com pectina apresentava maior valor de  $L^*$  após a secagem a 60 °C e 70 °C quando comparadas às amostras sem coberturas e submetidas ao mesmo processo.

Garcia *et al.*, (2014) e Canizares e Mauro (2015), entretanto, observaram que, após a secagem a 60 °C, mamões cobertos com pectina, sem adição de plastificante, ficaram mais escuros que amostras sem revestimento.

Nesse trabalho, verificou-se que o uso de coberturas à base de pectina com sorbitol, como agente plastificante, preservou a claridade de fatias de mamão após a secagem a 60 °C, quando comparado às amostras sem cobertura. O resultado observado nesse trabalho demonstra que a atuação das coberturas à base de pectina sobre a preservação da claridade das amostras, durante a secagem convectiva, depende da interação da superfície do fruto com o polissacarídeo. Provavelmente, o sorbitol alterou essa interação resultando em uma maior preservação da claridade do mamão.

Além da interação entre o polissacarídeo e a superfície das amostras, a funcionalidade e eficiência da cobertura comestível sobre o alimento também depende do arranjo molecular dos componentes que formam a cobertura (VARGAS *et al.*, 2008). A forte interação química existente entre os polissacarídeos (pectina e alginato) e os íons de cálcio usados para sua gelificação na superfície das amostras (FANG; JIANG; ZHANG, 2008), pode ter influenciado a preservação da claridade das amostras durante a secagem convectiva. Essa interação resulta uma estrutura em rede bem amarrada, ordenada e resistente que dificulta o acesso do oxigênio à superfície do alimento (KOU *et al.*, 2014) e reduz as reações de oxidação e o escurecimento promovido por essas reações.

Quando comparado os valores de croma e os valores de Hue das amostras controle e cobertas, observou-se que as amostras apresentaram maior concentração de pigmentos vermelho-amarelo com o processo térmico, uma vez que os valores  $C^*$  aumentaram e os valores de  $H^*$  diminuíram com a secagem (Figura 3 e Figura 4).

Ao minimizar a influência das condições iniciais da amostra fresca usadas nos experimentos, verificou-se que as amostras cobertas com pectina apresentaram maiores valores de  $H^*$  e cromaticidade (Tabela 3).

## CONCLUSÕES

A aplicação de pectina, fécula de mandioca e alginato como cobertura comestível não influenciou a cinética de secagem a 60 °C de amostras de mamão. Não foram observadas diferenças significativas entre os coeficientes de difusão das amostras controle e cobertas com polissacarídeos. Após a secagem, as fatias de mamão forneceram produtos de cores mais intensas, sendo que as amostras revestidas com alginato e pectina apresentaram maior claridade após a secagem convectiva.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq (Proc. 405406/2016-9) e à Fundação Araucária (Proc. 10844/2016) pelo auxílio financeiro.

## Study of the effect of edible coating as pre-treatment to convective drying of papaya

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the application of pectin, alginate and starch-based edible coatings as pretreatment to convective drying on the color change, drying kinetics and the papaya water diffusion coefficient. For this proposal, papayas were properly cleaned, peeled, sliced and cut in cylinder format. Some samples were dipped in pectin (2% w/w), others in sodium alginate (2% w/w) and others in manioc starch (2% w/w) solutions, all of them with sorbitol addition as plasticiser. Samples without coating were used as control. All of samples were submitted to convective drying at 60°C afterwards. It was observed that second Fick law adjusted properly to experimental data and the edible coatings did not influence in mass transfer during drying process. Coating application influenced the color of dry product. The results highlighted the potential use of edible coating as an alternative to improve the quality of product after convective drying.

**KEYWORDS:** color; diffusion coefficient; pectin; alginate; manioc starch.

## REFERÊNCIAS

AZEREDO, H.; RIBEIRO, H. Revestimentos Comestíveis de Alginato e Polpa de Acerola. **Comunicado Técnico**, v.191, p.1-3, 2012.

BASTOS, M. Processamento mínimo de frutas. DF: Embrapa Informações tecnológica, 2006. 38p

CANIZARES, D.; MAURO, M. A. Enhancement of Quality and Stability of Dried Papaya by Pectin-Based Coatings as Air-Drying Pretreatment. **Food and Bioprocess Technology**, v. 8, n. 6, p.1187-119, 2015.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. **Química de Alimentos de Fennema**, 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

EL-AOUAR, A. A.; AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X. Drying kinetics of fresh and osmotically pre-treated papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 59, p.85-91, 2003.

FANG, L.; JIANG, B.; ZHANG, T. Effect of combined high pressure and thermal treatment on kiwifruit peroxidase. **Food Chemistry**, v.109, p.802-807, 2008.

GARCIA, C. C.; CANIZARES, D.; SILVA, K. S., DARROS-BARBOSA, R. & MAURO, M. A. Utilização de métodos combinados para obtenção de mamão Formosa (*Carica papaya*) seco. **Boletim CEPPA**, v. 30, n. 2, p. 185-196, 2012

GARCIA, C. C.; CAETANO, C. L.; SILVA, K. S., & MAURO, M. A. Influence of edible coating on the drying and quality of papaya (*Carica papaya*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n.3, p.2828-2839, 2014.

HOJO E, T. D.; CARDOSO A. D.; HOJO R.H.; BOAS, E. V. B. V.; ALVARENGA, M. A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p.184-190, 2007.

KOU, X. H.; GUO, X. H.; GUO, R. Z.; LI, X. Y.; XUE, Z. H. Effects of chitosan, calcium chloride, and pullulan coating treatments on antioxidant activity in pear cv. "Huang guan" during storage. **Food and Bioprocess Technology**, v.7, 671-681, 2014.

KUROZAWA, L.E.; HUBINGER, M. D.; PARK, K. J. Glass transition phenomenon on shrinkage of papaya during convective drying. **Journal of Food Engineering** 108, 43–50, 2012

LAGO-VANZELA, E. S.; NASCIMENTO, P.; FONTES, E. A. F.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. **Food Science and Technology**, v. 50, p. 420-425, 2013.

MCHUGH, T.H.; KROCHTA, J.M. In: Edible coatings and films to improve food quality. **Permeability properties of edible films**. Edited by: J.M. Krochta. Lancaster: USA, 1994, p. 139-187.

MENEGHEL, R. F. A.; BENASSI, M, T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubusulmifolius*). **Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.609-618, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Projeções do agronegócio** – Brasil 2014/15 a 2024/25, 2015.

MUJUMDAR, A. S. Research and Development in Drying: Recent Trends and Future Prospects. *Drying Technology*, v. 22, p. 1-26, 2004.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S, M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**, v. 33, n.1, p.89-98, 2011.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V, J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n.6, p.1116-1119, 2006.

PEROZZI, M. Irradiação: Tecnologia boa para aumentar exportações de frutas. *Inovação Uniemp*, V.3, N.5, P. 42-44, OCT, 2007.

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p.253-264, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenóides**: Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 100p, 2008.

SCALON, S. P. Q.; OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia adamantium Camb.*) sob diferentes revestimentos e

temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.34, p.1022-1029, 2012.

SILVA, K. S.; GARCIA, M. M. G. Effect of Protein and Polysaccharide-Based Edible Coatings on Quality of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) During Drying. **International Journal of Food Engineering**, v.13, n.12, 2017.

SILVA, K. S.; GARCIA, C. C.; AMADO, L. R. MAURO, M. A. Effects of Edible Coatings on Convective Drying and Characteristics of the Dried Pineapple. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, n.4, p.1465-1475, 2015.

SILVA, K. S.; MAURO, M. A.; GONÇALVES, M. P.; ROCHA, C. M. R. Synergistic interactions of locust bean gum with whey proteins: Effect on physicochemical and microstructural properties of whey protein-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 54, p. 179-188, 2016.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. K. (1997) Chemistry and uses of pectin – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37 (1), p.47-73.

TOFANELLI, M. B.D.; FERNANDES, M. de S.; FILHO, B. M. F.; CARIJO, N. S. Perdas de frutas frescas no comércio varejista de mineiros-GO: um estudo de caso. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2007

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; McCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZ-MARTINÉZ, C. Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.48, p.496-511, 2008.

WALTER, R. H. The Chemistry and Technology of pectin. **Food Science and Technology: A Series of Monographs**. Academic Press: Harcourt Brace Jovanovich, New York, 1991.

**Recebido:** 07 ago. 2017.

**Aprovado:** 02 jul. 2018.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v10n2.6900

**Como citar:**

RASMUSSEN, P. P.; SILVA, K. S. Estudo do efeito de coberturas comestíveis como pré-tratamento à secagem convectiva de mamão. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n. 2, p. 1-14, abr./jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá (UEM, Umuarama, Paraná, Brasil).

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

