IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

AVALIAÇÃO DA COR EM POLPAS DE TAMARINDO INTEGRAIS LIOFILIZADAS

EVALUACIÓN DE COLOR EN PULPAS DE TAMARINDO INTEGRALES LIOFILIZADAS

EVALUATION OF COLOR IN FREEZE-DRIED AND INTEGRAL TAMARINDO PULPS

Apresentação: Comunicação Oral

Eduarda Oliveira da Silva¹; Sonara de França Sousa²; Francilânia Batista da Silva³; Josivanda Palmeira Gomes⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0108>

Resumo

Sabe-se que, os diversos processamentos industriais promovem alterações na coloração dos alimentos, as quais podem ser analisadas por um sistema simples e eficiente. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a coloração das polpas de tamarindo antes e após o processo de liofilização, visto que, poucos estudos são encontrados na literatura sobre esta matéria-prima. Para a liofilização, utilizou-se como coadjuvante de secagem a maltodextrina nas concentrações de 2 e 5%, tendo-se uma amostra controle. Foram realizadas as seguintes análises, antes e após a liofilização, de teor de água, acidez total titulável, pH e cor com o auxílio de espectrofotômetro obtendo-se, os seguintes parâmetros, Luminosidade, intensidade a^* e intensidade b^* . A partir desses dados, foram então calculados os valores de croma e tonalidade. A perda de cor e diferença total de cor foram calculadas visando quantificar as modificações provocadas pelo processo em relação às amostras *in natura*. De acordo com os resultados obtidos, as polpas apresentaram elevada acidez e baixo pH, caracterizadas como sendo “muito ácidas”, a luminosidade foi maior para a polpa liofilizada a 5%, os valores de a^* e b^* indicam uma coloração vermelho-amarelada das polpas. O croma foi maior para as polpas liofilizadas, a tonalidade apresentou ângulos próximos a 0° , indicando a cor vermelha. De acordo com a perda de cor, valores obtidos mostram que a menor perda foi observada na

¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, eduarda.faele@outlook.com

² Dr.^a Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, sonara_franca@yahoo.com.br

³ Dr.^a Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, francilania@live.com

³⁴ Professora Titular do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, josivanda@gmail.com

polpa liofilizada a 5%. A polpa de tamarindo integral liofilizada difere estatisticamente das polpas liofilizadas a 2 e 5% quanto a diferença de cor. Concluiu-se que, a adição de maltodextrina, mesmo que a baixas concentrações, associado ao processo de liofilização, promovem alterações significativa na coloração das polpas de tamarindo.

Palavras-Chave: luminosidade, tonalidade, perda de cor e diferença de cor.

Resumen

Se sabe que los diversos procesos industriales promueven cambios en el color de los alimentos, que pueden analizarse mediante un sistema simple y eficiente. El objetivo de este estudio fue evaluar la coloración de la pulpa de tamarindo antes y después del proceso de liofilización, ya que se encuentran pocos estudios en la literatura sobre esta materia prima. Para la liofilización, se usó maltodextrina como auxiliar de secado a concentraciones de 2 y 5%, con una muestra de control. Los siguientes análisis se realizaron, antes y después de la liofilización, del contenido de agua, acidez titulable total, pH y color con la ayuda de un espectrofotómetro, obteniendo los siguientes parámetros: brillo, intensidad a * e intensidad b *. A partir de estos datos, se calcularon los valores de croma y sombra. La pérdida de color y la diferencia de color total se calcularon para cuantificar las modificaciones causadas por el proceso en relación con las muestras frescas. Según los resultados obtenidos, las pulpas presentaron alta acidez y bajo pH, caracterizadas por ser "muy ácidas", la luminosidad fue mayor para la pulpa liofilizada al 5%. pulpas El croma fue mayor para las pulpas liofilizadas, el tono presentó ángulos cercanos a 0 °, lo que indica el color rojo. Según la pérdida de color, los valores obtenidos muestran que la pérdida más pequeña se observó en la pulpa liofilizada al 5%. La pulpa de tamarindo integral liofilizada difiere estadísticamente de las pulpas liofilizadas a 2 y 5% de diferencia de color. Se concluyó que la adición de maltodextrina, incluso a bajas concentraciones, asociada con el proceso de liofilización, promueve cambios significativos en la coloración de las pulpas de tamarindo.

Palabras Clave:

luminosidad, hue, pérdida de color y diferencia de color.

Abstract

It is known that the various industrial processes promote changes in food coloring, which can be analyzed by a simple and efficient system. The objective of the present work is to evaluate the coloration of the tamarind pulps before and after the freeze-drying process, since few studies are found in the literature on this fruit. For the freeze-drying, maltodextrin was used in the concentrations of 2 and 5%, and one control sample, 0%. The following analyzes were performed before and after lyophilization of water content, total titratable acidity, pH and color with the aid of a spectrophotometer, obtaining the following parameters: Brightness, intensity a * and intensity b *. From these data, the chroma and hue values were calculated. Color loss and total color difference were calculated using quantify as process changes in relation to fresh colors. According to the results obtained, as high humidity and low pH pulps,

characterized as being “very acidic”, a higher luminosity for a 5% lyophilized pulp, the values of a^* and b^* represent a yellowish-red coloration of the pulps. The chroma was higher for lyophilized pulps, with a hue shown at angles close to 0° , indicating a red color. According to the color loss, the values shown show that the lowest loss was observed in the lyophilized pulp at 5%. A lyophilized integral tamarind pulp statistically differs from lyophilized pulps by 2 and 5% in color difference. It was concluded that an addition of low and even low maltodextrin associated with the lyophilization process promotes significant changes in the coloration of tamarind pulps.

Keywords: luminosity, hue, loss of color and color difference.

Introdução

A cor é um atributo de grande importância para a indústria de alimentos, visto que é um parâmetro de qualidade capaz de influenciar a aceitação dos produtos alimentícios. Na medição de cor em alimentos, o sistema $L^* a^* b^*$ é o mais utilizado devido a uma distribuição uniforme de cores, e porque a distância entre duas cores diferentes corresponde, aproximadamente, à diferença de cor percebida pelo olho humano (WU e SUN, 2013). A avaliação das alterações de cor nos alimentos é realizada por aparelhos específicos que ao iluminar a amostra medem a energia luminosa transmitida ou refletida pela superfície, como em um espectrofotômetro e em um colorímetro tristímulo, os quais descrevem a deterioração visual da cor (FANTE, 2011).

Sabe-se que o processamento de alimentos provoca mudanças nas características do produto, tais alterações são de grande importância para o segmento agroindustrial. Um dos processos mais utilizados para a conservação de polpas de frutas é a secagem. As frutas desidratadas se destacam por serem normalmente de fácil obtenção, por manterem as características do produto natural e por possuírem características que dificultam o desenvolvimento de microrganismos que poderiam promover a deterioração da fruta fresca (RODRIGUES, 2017). Neste contexto, empregou-se a liofilização, também denominada por outras nomenclaturas como criodesidratação ou criosecação.

A secagem por liofilização ocorre em baixas temperaturas sendo isto um aspecto positivo para as características sensoriais e o valor nutricional de frutos, visto que, quando um alimento é termicamente processado, pode ocorrer a degradação de pigmentos, tais como carotenóides e clorofila, e escurecimento enzimático ou não enzimático. O pH, a acidez, o

tempo e a temperatura do processo têm influência sobre este atributo, o grau de alterações depende também das características particulares de cada produto (FANTE, 2011).

Utilizou-se para esse estudo o fruto do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.), planta frutífera que pertence à família das Leguminosas, nativa da África Equatorial, Índia e Sudeste Asiático e que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, considerada uma árvore ideal para regiões semiáridas (PEREIRA et al., 2011). O tamarindo destaca-se por apresentar excelentes qualidades nutricionais. Pelo seu agradável aroma e sabor ácido-doce, o fruto é muito utilizado na fabricação de refrescos, sorvetes, pastas, doces, licores, geléias e também como ingrediente em condimentos e molhos (GURJÃO, 2006).

Na literatura, poucos estudos são encontrados sobre as características do tamarindo, em especial, a cor da polpa. Em vista do apresentado, o objetivo do presente trabalho é avaliar a coloração das polpas de tamarindo antes e após o processo de liofilização.

Fundamentação Teórica

A aparência é um dos atributos de qualidade sensorial mais importantes de alimentos frescos e processados (COSTA et al., 2011). A cor da superfície dos alimentos é o primeiro parâmetro de qualidade avaliado pelos consumidores e é fundamental para a aceitação do produto. A aparência do alimento determinada principalmente pela cor da superfície é a primeira sensação que o consumidor percebe e usa como uma ferramenta para aceitar ou rejeitar alimentos (LEON et al., 2006). A cor pode ser correlacionada ainda com outros atributos de qualidade, como defeitos sensoriais, nutricionais e visuais ou não visuais, ajudando a controlá-los imediatamente (FRANCIS 1995; KRAMER 1976)

A cor está sujeita à percepção, desta forma, pessoas diferentes interpretam as expressões das cores de muitas maneiras distintas e essa expressão pode não ser precisa o suficiente. Abordagens objetivas na medição das cores ajudam a minimizar tais problemas. Quando se trata de análise de cor, o sistema CIE é atualmente o mais empregado por ser considerado pela ISO como um sistema de padronização internacional (INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION, 2010). No caso de medição instrumental, a cor é expressa por meio das coordenadas da L, a* e b* sendo determinada instrumentalmente usando-se colorímetros ou espectrofotômetros (PATHARE et al., 2013). A luminosidade próxima a 100 pode indicar a formação dos pigmentos amarronzados decorrente das reações de escurecimento, como a oxidação da vitamina C, que ocasionam a formação de pigmentos

escuros no produto (BOREL et al., 2015). O parâmetro a^* mede a coloração vermelha dos frutos, causada devido à quantidade predominante de licopeno e carotenóides, e o parâmetro b^* mede o corante laranja dos frutos devido principalmente ao β -caroteno (SACKS e FRANCIS, 2001)

Trabalhos relacionados à degradação da cor em polpas de frutas já foram reportadas por diversos autores (MOURA et al., 2001; AQUINO et al., 2011; MATSUDA et al., 2013). No entanto, informações sobre a degradação após o processo de liofilização da polpa de tamarindo são escassos na literatura, ressaltando que, este atributo está atrelado a importantes informações sobre o processamento, visto que, a cor também é um indicador da gravidade do tratamento térmico e pode ser usada para prever a deterioração da qualidade correspondente resultante da exposição ao calor (PATHARE et al., 2013).

Metodologia

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPA), na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB (UFCG).

Os tamarindos foram adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande (PB). A seleção dos frutos foi feita usando como principal critério o grau de maturação (frutos maduros), onde os mesmos apresentaram casca quebradiça e a polpa marrom-escura, adequados para o consumo e processamento, e livres de infestações fúngicas.

Os frutos descascados foram submetidos à lavagem em água corrente, em seguida, imersos em água destilada, na proporção 1:1, visando facilitar a remoção da polpa. Posteriormente, a polpa obtida foi peneirada e acondicionada em sacos plásticos, mantida a temperatura de -18°C .

Liofilização das amostras

Para a secagem, utilizou-se o liofilizador modelo L101, Liotop, Brasil, que consiste basicamente de uma câmara de secagem acrílica cilíndrica e transparente. Na parte superior da câmara, há uma tampa em aço inox que acopla oito torneiras de silicone para o encaixe dos frascos (cones) de vidro com o sistema de alívio de vácuo e, no interior da câmara de secagem, há um suporte em aço inoxidável para quatro bandejas de inox conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1: Liofilizador utilizado na secagem. Fonte: Própria (2019)

Foram formuladas duas amostras com maltodextrina (DE 10) nas concentrações de 2 e 5% e uma amostra sem o coadjuvante (0%). As três formulações obtidas foram homogeneizadas, distribuídas em bandejas e congeladas em freezer horizontal a -30°C por 48h. Em seguida, o material congelado foi levado ao liofilizador o qual encontrava-se previamente ligado, sob os seguintes parâmetros de processamento:

Tabela 1: Parâmetros utilizados na secagem por liofilização

Parâmetros	
Temperatura de secagem ($^{\circ}\text{C}$)	-51
Pressão (μHg)	116
Vácuo (Vca)	215

Fonte: Própria (2019)

A secagem durou 72h, transcorrido o processo, as polpas liofilizadas foram trituradas com o auxílio de almofariz e pistilo e mantidas em embalagens laminadas dentro de dessecadores para evitar a absorção de água. Foi realizada, em triplicata, a determinação do teor de água, acidez total titulável e pH, antes e após a liofilização, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

Parâmetros de coloração

Os parâmetros de cor da polpa de tamarindo integral e liofilizada foram determinados utilizando o espectofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus, equipado com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e calibrado com placa padrão branca e preta (X=80,5; Y= 85,3; Z=90,0). Foram realizadas as leituras dos seguintes parâmetros: L* luminosidade; a* transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*); e b* transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*). As coordenadas de cor C* (croma), h* (tonalidade), perda de cor (ΔC^*) e diferença total de cor (ΔE), foram calculadas de acordo com as Equações 1, 2, 3 e 4, respectivamente:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$h^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (2)$$

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (4)$$

Em posse dos resultados experimentais, foram calculados a média e desvio padrão das amostras. A comparação das médias foram determinadas através da análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey com nível de 5% de significância, utilizando-se o programa computacional Assistat versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para o teor de água, acidez total titulável, pH e a cor instrumental da polpa de tamarindo antes e após o processo de liofilização são mostrados nas Tabela 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2: Média e desvios padrão das polpas de tamarindos *in natura*

Parâmetros	Integral	(2%)	(5%)
Teor de água (%)	75,640±0,35 a	73,741±0,02 a	72,045±0,06 b

ATT (% ác. málico)	7,878 ±0,54 a	6,435±1,34 a	5,787±0,32 b
pH	2,117 ± 0,02b	2,213± 0,32b	2,267 ± 0,01a
Luminosidade	26,253±0,03 e	26,517±0,22 e	28,377±0,22 d
Intensidade a*	8,180±0,12 e	10,463±0,09 d	11,207±0,14 c
Intensidade b*	13,080±0,31 c	13,183±0,06 c	18,313±0,40 b
Croma (C*)	15,428±0,21 e	16,831±0,08 d	21,472±0,29 c
Tonalidade (h*)	1,012±0,01 c	0,899±0,00 c	1,022±0,01 c

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Própria (2019)

Tabela 3: Média e desvios padrão das polpas de tamarindos liofilizadas

Parâmetros	Integral	(2%)	(5%)
Teor de água (%)	14,817±0,15 c	13,975±0,21 c	13,596±0,74 c
ATT (% ác. málico)	21,329± 0,29a	20,214± 0,90b	19,432±0,113c
pH	2,923 ± 0,02c	3,122 ± 0,12b	3,142 ± 0,08a
Luminosidade	34,820±0,01 c	36,067±0,13 b	40,813±0,32 a
Intensidade a*	10,953±0,01 c	12,180±0,05 b	13,447±0,12 a
Intensidade b*	26,280±0,58 a	25,463±0,07 a	26,063±0,24 a
Croma (C*)	28,473±0,28 b	28,226±0,05 b	29,328±0,16 a
Tonalidade (h*)	1,176±0,00 a	1,125±0,00 b	1,100±0,00 b

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Própria (2019)

O teor de água é um fator determinante na conservação de alimentos, sabe-se que, produtos com teor de água altos, tornam-se mais suscetíveis à deteriorações microbianas. As polpas *in natura* apresentaram médias condizentes com o valor obtido por Canuto et al. (2010), ao analisarem esta mesma frutífera proveniente da região Amazônica, encontrando média de 75% (b.u). As polpas liofilizadas apresentaram médias de 14,817%, 13,975% e 13,596% para as amostras a 0, 2 e 5% de maltodextrina, tais teores de água encontram-se muita acima do citado pela literatura para outras frutas, a saber, Moreira et al., (2013) que verificou umidade de 3,14% para o pó obtido por liofilização da polpa de manga Tommy Atkins e Oliveira et al., (2014), ao analisarem a polpa da cajá liofilizada, cuja umidade dos

pós diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$), onde o pó contendo 17% de maltodextrina apresentou menor umidade (0,65 %) que o pó integral (2,05 %).

Com relação à acidez total titulável, a polpa integral a 5% diferiu estatisticamente das polpas a 0 e 2%, estas últimas, por sua vez, não apresentaram variações significativas entre si, onde as médias quantificadas encontram-se acima das obtidas por Fonsêca (2012), a saber, 3,76 a 2,89%, para polpas de tamarindos congeladas comercializadas no Estado de Rio Grande do Norte. As polpas liofilizadas apresentaram médias elevadas e isso deve-se ao baixo teor de água, o que concentra o teor de ácidos orgânicos (OLIVEIRA et al., 2015).

O pH quantificado para as polpas de tamarindo, tanto antes quanto após o processo de liofilização, foram baixos, os resultados corroboram com Santos et al. (2016), cujos os valores variaram de 2,68 a 2,83 em diferentes marcas de polpas de tamarindo congeladas comercializadas em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), e por Canuto et al. (2010), com média de 2,5. De acordo com a classificação dada por Vasconcelos e Melo Filho (2010), as polpas de tamarindo são consideradas como sendo “muito ácidas” ($\text{pH} < 4$), tal fato é importante na conservação do produto.

O parâmetro L^* é uma medição da luminosidade, avaliando de maneira a estabelecer uma escala cinza, com valores entre preto (0) e branco (100) (PATHARE et al., 2013). Os menores valores encontram-se nas polpas integrais (0 e 2%), ao passo que a polpa liofilizada a 5% apresentou o maior valor para este parâmetro, diferindo estatisticamente das demais amostras. Essa diferença de coloração pode ser explicada devido à perda de compostos coloridos provocadas pela secagem, bem como, pela adição de maltodextrina, que leva ao aumento dos valores da luminosidade. Resultado parecido foi encontrado por Maia et al., (2014) ao elaborar geleia a partir do tamarindo encontrando valores para a luminosidade de 23,4. Santos et al., (2016) ao avaliar a cor de três diferentes marcas de polpas de tamarindo comercializadas em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), encontraram valores para a luminosidade de 10,98 a 15,40.

O parâmetro a^* assume valores positivos para cores avermelhadas, enquanto que b^* toma valores positivos para cores amareladas (PATHARE et al., 2013). As polpas apresentam, portanto, uma coloração vermelho-amarelado. Maia et al., (2014) encontraram valores médio para a geleia de tamarindo de a^* 3,9 e b^* 4,1, mostrando uma tendência para um produto vermelho-amarelado. Observa-se que as polpas liofilizadas apresentam maiores valores para estas cores.

O parâmetro croma (C^*) revela a intensidade da cor, ou seja, quanto maior seu valor, maior é a intensidade da cor percebida (PATHARE et al., 2013). Santos et al., (2016), encontraram valores para croma de 3,04 a 8,37 para a polpa integral. A secagem promoveu um aumento desse parâmetro, o que significa dizer que a cor dos pós se apresentou mais viva quando comparadas com as polpas integrais.

Com relação à tonalidade, valores de 0° ou 360° representam tonalidade vermelha, enquanto que os ângulos 90° , 180° e 127° representam amarelo, verde e azul, respectivamente (PATHARE et al., 2013). Percebe-se que as médias alcançadas apresentam valores próximos a 0° , indicando tonalidade vermelha. Nas polpas integrais, os valores para a tonalidade não apresentaram diferenças significativas.

Na Tabela 3 são mostradas as médias e desvios padrão correspondentes aos parâmetros de perda de cor e diferença total de cor das polpas de tamarindo liofilizadas.

Tabela 3: Médias e desvios padrão correspondente aos parâmetros de perda de cor e diferença de cor das polpas liofilizadas

Parâmetros	Polpa liofilizada	Polpa liofilizada (2%)	Polpa liofilizada (5%)
Perda da cor (ΔC)	13,491 $\pm$ 0,45 a	12,399 $\pm$ 0,11 b	8,068 $\pm$ 0,17 c
Diferença de cor (ΔE)	15,982 $\pm$ 0,39 a	15,652 $\pm$ 0,04 a	14,827 $\pm$ 0,26 b

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Própria (2019).

Com relação a perda de cor (ΔC), sendo Δa o incremento da coordenada de a^* e Δb , o incremento da coordenada de b^* . Os valores obtidos mostram que a menor perda de cor foi observada na polpa liofilizada a 5%. Barbosa (2010) ao estudar a qualidade de sucos em pó obtidos por spray drying, observou que a utilização de 12% de maltodextrina (DE 10 e 20) proporcionou a obtenção de pós com menor perda de cor.

Modificações provocadas por processos e tratamentos sobre a cor do alimento podem ser medidas a partir do índice de diferença total de cor (ΔE) que indica a magnitude desse gradiente entre amostras selecionadas e uma amostra controle. Para isso, o valor é calculado a partir de modificações em L^* , a^* e b^* e pode ser avaliado dentro de uma escala com os níveis "muito distinto" ($\Delta E > 3$), "distinto" ($1,5 < \Delta E < 3$) e "levemente distinto" ($\Delta E < 1,5$)

(PATHARE et al., 2013). Quanto maior o valor de ΔE , maior a diferença total de cor do produto processado em relação ao natural.

Observa-se que, os valores obtidos apresentaram diferença de cor classificado como muito distinto ($\Delta E > 3$), a polpa de tamarindo liofilizada sem maltodextrina não diferiu estatisticamente da polpa liofilizada a 2%.

Conclusões

A liofilização, associada à adição de maltodextrina, promove alterações significativas nas amostras. As polpas apresenta acidez elevada e baixo pH, caracterizada como sendo “muito ácidas”. Com relação à coloração, a luminosidade apresenta maior valor na amostra liofilizada a 5%, indicando uma coloração mais clara devido à maior concentração do coadjuvante. De acordo com os parâmetros a^* e b^* , as polpas assumem uma coloração vermelho-amareladas para todos os tratamentos. A diferença de cor é significativa e maior na polpa liofilizada sem maltodextrina, tal resultado deve-se não só a secagem, como também à presença de enzimas que possivelmente não foram desnaturadas durante a liofilização.

Referências

AQUINO, A. C. M. S.; MOÉS, R. S.; CASTRO, A. A. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 154-163, 2011.

BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por spray drying**. 2010. 107 f. Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em produção vegetal do semiárido). Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, 2010.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BOREL, L. D. M.; LINHARES, M. C.; PRADO, M.M. Cinética de degradação da cor de pólen apícola durante a secagem infravermelho. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, 37, 2015. São Carlos (SP). **Anais...** Universidade Federal de São Carlos, 2015. p 1-10.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. D.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

COSTA, C., ANTONUCCI, F., PALLOTTINO, F., AGUZZI, J., SUN, D., & MENESATTI, P. Shape analysis of agricultural products: a review of recent research advances and potential application to computer vision. **Food and Bioprocess Technology**, v.4, n.5, p. 673–692, 2011.

FANTE, L. **Estudo da cinética de branqueamento e de secagem por ar quente e liofilização do alho (*Allium sativum* L.)**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 2011.

FONSÊCA, P. A. Q. **Análise físico-química de polpas de frutas e avaliação dos seus padrões de identidade e qualidade**. 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2012.

FRANCIS, F. J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, v.6, n.3, p.149–155, 1995.

GURJÃO, K.C.O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. 2006. 165f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. **Advancing knowledge and providing standardisation to improve the lighted environment**. Vienna, 2010. Disponível em: http://www.cie.co.at/div2/TCs/Open_documents/TC249/Ohno1_CIE%2520Sympto%25202002.pdf. Acesso em: 10 agosto de 2018.

KRAMER, A. Use of colour measurements in quality control of food. **Food Technology**, v.30, p. 62–64. 66, 68, 70–71, 1976.

LEON, K., MERY, D., PEDRESCHI, F., LEON, J. Color measurement in $L^* a^* b^*$ units from RGB digital images. **Food Research International**, v.39, n.10, p. 1084–1091, 2006

MAIA, J. D; TRAVÁLIA, B. M.; ANDRADE, T. A.; SILVA, G. K. C.; ANDRADE, J. K. S.; JÚNIOR, A. M. O.; MOREIRA, J. J. S. Desenvolvimento, avaliação físico-química, microbiológica e Sensorial de geleia de tamarindo. **GEINTEC**. vol 4. n.1. p.632-641. 2014.

PATHARE, P.B.; OPARA, U.L.; AL-SAID, F.A-J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods. A review. **Food and Bioprocess Technology**, v.6, p. 36-60, 2013.

MATSUDA, H.; LLAVE, Y.; FUKUOKA, M.; SAKAI, N. Color changes in fish during grilling – Influences of heat transfer and heating medium on browning color. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n.1, p. 130-137, 2013.

MOREIRA, T. B; ROCHA, É. M. F. F.; AFONSO, M. R. A; COSTA, J. M. C. Comportamento das Isotermas de Adsorção do Pó da Polpa de Manga Liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1093– 1098, 2013.

MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; ALMEIRA, M.E. M.; BERBARI, S. A.; SIGRIST, J. M. M. Cinética de Degradação de Polpas de Morango. **Braz. J. Food Technol.**, v.4, p.115121, 2001

OLIVEIRA, G. S; COSTA, J. M.C; AFONSO, M. R. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.10, p.1059–1064, 2014.

OLIVEIRA, A. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; BRITO, J. G. Estabilidade da polpa do *Cereus jamacaru* em pó durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.19 n.2, 2015

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FRANZÃO, A. A.; ALVEZ, P. R. B. A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). In: Semana do Curso de Engenharia Ambiental, I, 2011, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umarama – MG, 2011.

RODRIGUES, M. G. V. **Produção e mercado de frutas desidratadas**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?aiNoticia=6687>>. Acessado em: 03 julho de 2017.

SACKS, E. J., & FRANCIS, D. M. Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.126, n.2, p. 221–226, 2001.

SANTOS, J. T. S.; Costa, F. S. C.; Soares, D. S. C.; CAMPOS, A. F. P.; CARNELOSSO, M. A. G.; NUNES, T. P.; JUNIOR, A. M. O. Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. **Scientia Plena**. vol 8, n. 3. 2012.

SANTOS, B. S.; BARRETTO, L. C. O.; SANTOS, J. A. B. OBTENÇÃO, LIOFILIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATO DE CAPIMLIMÃO (*Cymbopogon citratus* D.C.) E HIBISCO (*Hibiscus sabdariffa* L.). **GEINTEC**, vol. 3, n. 5, p.90-99. 2013.

SANTOS, E. H. F.; NETO, A. F.; DONZELI, V. P. Aspectos físico-químicos e microbiológicos de polpas de frutas comercializadas em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 19, e2015089, 2016.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, D. S.; MARQUES, L. G.; GOMES, E. B.; NARAIN, N.; Lyophilization of Avocado (*Persea americana* Mill.): Effect of Freezing and Lyophilization Pressure on Antioxidant Activity, Texture, and Browning of Pulp. **Drying Technology**, vol 33. n 2. p 194-204, 2015.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação dos Alimentos**. Recife: EDUFRPE, 2010, 130 p.

W U.; SUN, D. W. Colour measurements by computer vision for food quality control- a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.29, p. 5-20, 2013.