



## DESIDRATAÇÃO DE CASCAS DE MANGA POR DRUM DRYING

Murilo Souza **Victoria**<sup>1</sup>; Marta Gomes **Silva**<sup>2</sup>; Maria Teresa Bertoldo **Pacheco**<sup>3</sup>; Elaine de Cássia Guerreiro **Souza**<sup>4</sup>; Sílvia Pimentel Marconi **Germer**<sup>5</sup>

Nº 18237

**RESUMO** – *A manga é umas das frutas mais populares do mundo. A industrialização da mesma gera grandes quantidades de resíduos, constituídos principalmente por cascas, e com alto conteúdo nutricional. Um dos métodos de aproveitamento que se apresenta é a secagem por cilindro rotativo (drum drying). O estudo teve por objetivo a definição de um processo de preparo das cascas de manga para o drum drying, verificando os parâmetros de secagem, a necessidade do uso de aditivos tecnológicos, bem como as retenções da qualidade da matéria-prima. Em uma primeira etapa, definiu-se o processo de preparo de uma pasta de casca a partir da trituração com água, seguida de homogeneização. Em uma segunda etapa realizaram-se ensaios pilotos de secagem da pasta obtida com e sem o uso de aditivos (amido de milho e monoestearato de glicerila), comparando os rendimentos, fluxos de massa, propriedades físicas e químicas e parâmetros tecnológicos dos pós. O fluxo de massa e os rendimentos foram maiores no ensaio com uso de coadjuvantes. As retenções das propriedades foram superiores no ensaio realizado sem coadjuvante, resultando, porém em um produto mais úmido. No ensaio com coadjuvantes o produto resultou mais seco, e com propriedades tecnológicas mais interessantes que podem conferir maior aplicabilidade como ingrediente alimentício e maior estabilidade no armazenamento.*

**Palavras-chaves:** secagem, cilindro rotativo, resíduos, aproveitamento integral, propriedades físico-químicas, nutrientes.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIT): Graduação em Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas-SP; muvic97gmail.com

2 Colaborador Pesquisadora do ITAL, Campinas-SP.

3 Colaborador: Pesquisadora do ITAL, Campinas-SP.

4 Colaborador: Técnica do ITAL, Campinas-SP.

5 Orientador: Pesquisadora do ITAL, Campinas-SP; sgermer@ital.sp.gov.br



**ABSTRACT** – *The mango is one of the most popular fruits in the world. It's industrialization produces a large amount of residues, constituted mostly by peel, with a high nutritional value. One of the ways that can be used to utilize this residue is using the drum drying. The objective of this study is to set a process to prepare the mango peel to the drum drying process, verifying the drying parameters, the need to use technological aids, and the retentions of the nutritional value of the raw material. In the first step, a process to prepare a paste was stated, from crushing the peel with water, followed by a homogenization. In the second step, pilot plant tests were performed, drying the obtained paste, with or without the technological aids (corn starch and glyceryl monoestearate), comparing the yield, mass flow, physical and chemical properties and the technological parameters of the powder. The mass flow and the yield were higher in the test with the additives. The retentions of the nutritional properties were superior in the test without additives, however the product had a higher moisture content. In the test with the additives, the resulting product had lower moisture content, and with interesting technological properties, that can ensure a better applicability as food ingredient, and a better stability in storage.*

**Keywords:** drying, drum drier, residues, integral use, physicochemical properties, nutrients

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, com uma produção de cerca de 40 milhões de toneladas em 2014. A manga é um dos principais itens da fruticultura brasileira, com uma produção estimada em aproximadamente 1 milhão de toneladas (FAOSTAT, 2017).

Além do sabor muito apreciado, a manga possui excelentes qualidades nutricionais, com altos teores de fibras alimentares, vitaminas, e minerais. Segundo Marques et al. (2010), por vezes, os os conteúdos dos nutrientes das cascas superam aqueles observados na polpa.

A safra da manga é curta, de novembro a fevereiro (DONADIO, 1996). A industrialização de parte da produção, portanto, é uma das formas de garantir a oferta da fruta durante a entressafra. No entanto, a industrialização da manga gera grandes quantidades de resíduos, entre 28-43%, constituídos principalmente por cascas (AZEVEDO, 2008).

Um dos processos potenciais para o aproveitamento das cascas da manga é a desidratação. O processo de conservação, um dos mais antigos, consiste na remoção da água,



reduzindo a atividade de água, e assegurando a estabilidade microbiológica do produto (PARK; LAMSA; BALASUBRAMANIAM, 2014).

A secagem em cilindro rotativo (*drum drying*) é uma das tecnologias para a desidratação de alimentos líquidos e pastosos. O equipamento empregado consiste em um, ou dois, cilindros rotativos de ferro e aço inoxidável, com circulação interna de vapor. O produto é alimentado por sobre o cilindro, e através de trocas de calor com o tambor aquecido, é seco na forma de filme, podendo ser moído ou floculado (TANG et al., 2003).

O *drum dryer* emprega uma temperatura alta (130-150°C), porém combinada com um período de curto contato (na ordem de segundos). Galaz et al. (2017) relatam bons resultados para a secagem de uma pasta de cascas de romã. No entanto, a aplicação do *drum dryer* para resíduos de frutos é ainda pouco estudada.

Nesse contexto, o objetivo geral do estudo foi definir um processo para o preparo das cascas de mangas, tendo em vista o *drum dryer*, verificando os parâmetros de secagem, a necessidade do uso de aditivos tecnológicos, bem como as retenções da qualidade da matéria-prima.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria prima**

Os frutos, da variedade Tommy Atckins, foram adquiridos na Central de Abastecimento de Campinas S.A. (CEASA) e armazenadas em local arejado e protegidas da luz, até o uso. Os aditivos empregados foram amido de milho regular (Amisol 3408, Ingredion, Brasil) e monoestearato de glicerila (MSG) (Synth, Brasil).

### **2.2 Procedimento experimental**

Foram realizados, na primeira fase do estudo, ensaios preliminares, bem como pilotos, tendo em vista a definição das etapas de preparo de uma pasta de casca de manga para ser seca no *drum dryer*. Essas etapas estão descritas a seguir.

#### **2.2.1 Etapas do preparo da pasta de casca de manga**

Os frutos serão limpos com água corrente, e higienizados com uma solução de cloro ativo 150 ppm, por 30 segundos. Posteriormente, simulando o processo industrial de produção de polpa de manga, foi realizado um tratamento térmico, submergindo os frutos em água em ebulição por

1,5 minutos. Essa etapa teve por objetivo facilitar o descascamento, realizado, no caso, manualmente.

Posteriormente, as cascas foram trituradas, por aproximadamente 3 minutos, em um liquidificador industrial (Siemens, modelo 1560791, Brasil), adicionado-se água, na relação mássica de 120:1 de g de água/ g de casca. A pasta formada foi homogeneizada em moinho coloidal (Meteor, modelo REX 2-AL), com o objetivo de diminuir as dimensões das partículas, bem como de homogeneizar os aditivos empregados. A Figura 1 ilustra as etapas de descascamento, trituração e homogeneização.



**Figura 1:** Etapas do processo de preparo da pasta de casca de manga para o *drum drying*

### 2.2.2 – Ensaios de secagem

Foram realizados, com base nos resultados preliminares, dois ensaios pilotos de secagem da pasta obtida, de acordo com o descrito anteriormente. No primeiro ensaio, não foram empregados aditivos tecnológicos. No segundo ensaio, empregou-se 5% de amido regular e 1% de monoestearato de glicerila (MSG) em relação ao teor de sólidos (base seca).

Empregou-se o secador de cilindro rotativo (Richard Simon & Sons LTDA- Engineers, modelo D139, Inglaterra) da Planta de Desidratados do FRUTHOTEC (ITAL). Ajustou-se o equipamento, em cada ensaio, em função das características do material, para a obtenção de um filme seco e contínuo. Após a secagem, em ambos os ensaios, o filme foi moído em moinho de faca e martelo (Treu, Brasil), para a obtenção dos produtos na forma de pó.

O rendimento teórico foi calculado para um processo sem perdas, por balanço de massa, com base em Meireles e Pereira (2013), a partir dos resultados experimentais: massa e umidade inicial da pasta de cascas; umidade final do produto seco. O rendimento de sólidos foi calculado da mesma forma, envolvendo apenas massa de sólidos.



### **2.3 Metodologia analítica**

Foram realizadas análises físicas e químicas das matérias-primas, cascas de manga in natura, bem como dos produtos desidratados obtidos, tendo em vista uma análise comparativa entre os processos.

#### **2.3.1 Preparação das amostras**

Com exceção das análises de carotenóides e umidade, foi necessário o preparo de um extrato a partir das amostras. Para esse processo, utilizou-se cerca de 0,6 gramas de casca, 5,0 a 6,0 gramas de pasta de casca, ou 0,25 gramas de pó, pesados em uma balança analítica (Shimadzu, modelos AUY 220 e AW 220, Japão).

Para a casca, tendo em vista uma maior eficiência de extração, utilizou-se um triturador. Adicionou-se 25 ml de acetona 70% (volume/volume), e por 2 minutos triturou-se no triturador Turrtec (Tecnal, modelo TE-102). Posteriormente, a amostra foi filtrada a vácuo. Retirou-se a amostra retida no papel de filtro, iniciando o processo novamente. Isso foi repetido por 3 vezes. A amostra resultante foi colocada em um balão volumétrico de 100 ml, completando-o com solução de acetona 70%(v/v).

#### **2.3.2 Compostos fenólicos totais**

Utilizou-se a amostra obtida na extração, e a análise foi realizada empregando-se o método espectroscópico de Folin Ciocalteau (BENVENUTI,2004).

#### **2.3.3 Capacidade antioxidante**

Utilizou-se a amostra obtida na extração, e a capacidade antioxidante foi determinada por dois métodos. O primeiro foi pelo decréscimo de absorbância utilizando a reação com radicais DPPH(2,2-difenil-1-picril-hidrazila) por compostos antioxidantes, de Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995). O segundo segue o mesmo princípio, a diferença é que utiliza o radical ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) (RUFINO et al., 2007)

#### **2.3.4 Teor de vitamina C**

O processo de extração foi realizado conforme descrito anteriormente, utilizando-se, no entanto, 50 ml de solução de ácido oxálico 2% (p/v). Para a determinação do teor de vitamina C, utilizou-se o método titulométrico, baseado na redução do DCFI (6-diclorofenolindofenol-sódio) pelo ácido ascórbico. A metodologia empregada é adaptada de Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### **2.3.5 Teor de umidade**

Utilizou-se 10 gramas de amostra, pesada em balança analítica, em cadinho previamente seco e tarado. O recipiente com a amostra foi colocado em uma estufa a vácuo a 70°C, por 24 horas. A metodologia é adaptada de Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 2.3.6 Atividade de água

Empregou-se o termohigrômetro digital (Decagon Devices Inc, Aqualab 3 TE, Estados Unidos da América), a  $25 \pm 0,3$  °C, segundo metodologia descrita em Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 2.3.7 Cor Instrumental

Utilizou-se um colorímetro (Konica-MinoltaSensing Inc., Chromameter CR-400, Japão), programado no sistema CieLab.

### 2.3.8 Higroscopicidade

Utilizou-se os métodos descritos por Cai e Corke (2000).

### 2.3.9 Solubilidade e absorção de água

Utilizou-se o método descrito por Cano-Chauca et. al. (2005).

### 2.3.10 Carotenóides

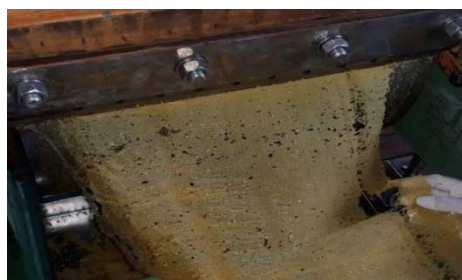
Utilizou-se o método descrito por Carvalho et. al. (1992).

### 2.3.11 Fibras

Utilizou-se o método descrito por Horwitz (2005).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 ilustram, respectivamente, os filmes obtidos nos ensaios de *drum drying* de pasta de casca de manga, e os produtos finais.



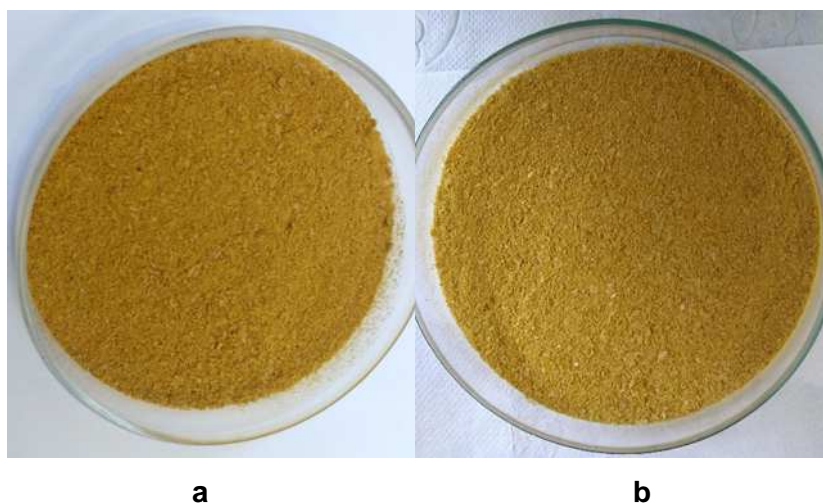
a



b

**Figura 2:** Filmes secos das pastas de cascas de manga obtidos nos ensaios de *drum drying*: a) ensaio sem aditivos tecnológicos; b) ensaio com aditivos tecnológicos





**Figura 3:** Pós de casca de manga resultantes do ensaio sem aditivos (a) e com aditivos (b)

Os parâmetros dos ensaios de secagem estão apresentados na Tabela 1, enquanto que a Tabela 2 contém os resultados das propriedades físicas, químicas e tecnológicas dos pós obtidos.

**Tabela 1.** Condições dos ensaios de *drum drying* de pasta de cascas de manga

	Temperatura (°C)	Pressão de vapor (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tempo de residência (segundos)
1º Ensaio	139,2	3,6	18,6
2º Ensaio	146,4	4,4	22,0

1º Ensaio = sem coadjuvantes

2º Ensaio = com coadjuvantes

**Tabela 2.** Rendimentos, fluxos de massa e umidade final dos produtos obtidos

	Rendimento Teórico (%)	Rendimento de sólidos (%)	Fluxo de massa (Kg/m <sup>2</sup> .h)	Umidade (%)
1º Ensaio	25,5	28,9	2,9	7,95±0,02
2º Ensaio	25,8	61,3	3,4	3,44±0,02

Rendimento teórico = massa teórica de produto seco/ massa da pasta de cascas

Rendimento de sólidos = massa teórica de sólidos produzida/ massa de sólidos da pasta de cascas

Fluxo de massa = massa de produto seco produzida/ tempo x área de secagem

O resultado do teor de umidade final do 1º ensaio foi alto para um produto em pó, idealmente inferior a 5% (Tabela 2). No segundo ensaio, as condições de temperatura e tempo de residência foram ligeiramente incrementadas. Dessa forma, a umidade do produto final do 2º ensaio foi menor e mais interessante em termos da estabilidade do produto no armazenamento. Observa-se que no segundo ensaio, realizado com aditivos, os rendimentos foram superiores, bem como o



fluxo de massa. Portanto, o uso de coadjuvantes permitiu, com pequena alteração das condições de processo, a obtenção de um produto mais seco, resultando em maiores rendimentos.

### 3.3 Propriedades físicas e químicas da casca in natura e dos produtos finais

Os resultados das análises físicas e químicas realizadas nos dois ensaios estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

**Tabela 3.** Propriedades físicas e químicas (base seca) das matérias-primas e dos produtos obtidos no primeiro ensaio (sem aditivos)

		1º Ensaio		
		Casca In natura	Produto final	
		-	Teor	Retenção
Umidade (%)		78,41 ± 0,76	7,95 ± 0,02	-
Atividade de água		-	0,497 ± 0,003	-
Capacidade Antioxidante	DPPH (TE (mmol/g))	280,68 ± 4,74	244,18 ± 2,18	87 %
	ABTS (TE (mmol/g))	277,64 ± 5,04	218,54 ± 5,26	79 %
Polifenóis (mg/100g)		2544,92 ± 19,96	3013,32 ± 69,69	118 %
Vitamina C (mg/100g)		6,73 ± 0,79	24,83 ± 0,99	185 %
Absorção de água (g/g)		-	6,42 ± 0,19	-
Solubilidade (%)		-	54,48 ± 0,71	-
Higroscopicidade (%)		-	28,08 ± 0,53	-
Fibra alimentar(g/100g)	Solúvel	21,61 ± 0,03	19,58 ± 0,10	91 %
	insolúvel	21,58 ± 0,26	13,80 ± 0,05	64 %
	Total	43,19 ± 0,29	33,36 ± 0,03	77 %
Carotenoides totais(mg/100g)		24,42 ± 0,69	20,59 ± 0,56	84 %
	L*	57,72 ± 9,51	60,86 ± 0,74	105 %
Cor	a*	18,36 ± 13,16	6,61 ± 0,13	36 %
	b*	37,91 ± 12,97	50,74 ± 0,45	134 %





**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

**Tabela 4.** Propriedades físicas e químicas (base seca) das matérias-primas e dos produtos obtidos no segundo ensaio (com aditivos)

		Casca in-natura	2º ensaio	
			-	Produto final
				Teor
Umidade (%)		75,10 ± 0,05	3,44 ± 0,02	-
Atividade de água		-	0,335 ± 0,003	-
Capacidade Antioxidante	DPPH (TE (mmol/g))	263,87 ± 14,14	211,42 ± 1,47	80%
	ABTS (TE (mmol/g))	301,61 ± 12,58	212,94 ± 8,71	69%
Polifenóis (mg/100g)		2611,38 ± 74,86	2074,45 ± 30,45	80%
Vitamina C (mg/100g)		7,82 ± 0,68	19,11 ± 0,85	284%
Absorção de água (g/g)		-	6,62 ± 0,15	-
Solubilidade (%)		-	56,44 ± 0,81	-
Higroscopicidade (%)		-	17,37 ± 0,17	-
Fibra alimentar (g/100g)	Solúvel	26,49 ± 0,20	20,36 ± 0,21	77%
	insolúvel	22,99 ± 0,03	18,57 ± 0,07	81%
	Total	49,48 ± 0,17	38,93 ± 0,00	79%
Carotenoides totais(mg/100g)		40,12 ± 1,00	13,33 ± 1,23	34%
	L*	52,82 ± 8,42	61,00 ± 0,43	116%
Cor	a*	19,95 ± 10,59	5,89 ± 0,26	30%
	b*	42,42 ± 12,13	52,74 ± 0,98	124%

Verifica-se, em ambos os ensaios, que no geral as retenções dos nutrientes foram altas. A retenção da capacidade antioxidante foi maior no 1º ensaio, bem como a retenção dos carotenoides totais e dos polifenóis totais. A retenção dos fenólicos foi superior a 100% no primeiro ensaio, indicando formação desses compostos no processamento, possivelmente devido às reações de Maillard. A reação envolve açúcares redutores e aminoácidos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2009). Observam-se reduções de aproximadamente 30% dos conteúdos de fibras totais em ambos os ensaios. O resultado pode ser atribuído à amostragem da casca in natura, feita manualmente com facas, sem o tratamento térmico, e com o cuidado de não se retirar polpa da fruta. No entanto, para a obtenção do produto em pó as mesmas foram retiradas manualmente após tratamento térmico, conforme anteriormente descrito, simulando o processo industrial, carregando um pouco de polpa. Com respeito aos valores de vitamina C, observa-se uma retenção muito superior a 100% em ambos os ensaios, e o fato pode ser atribuído ao método



analítico empregado. A extração utilizada para a vitamina C possivelmente não tenha sido eficiente nas cascas in natura, ao passo que para o produto desidratado, uma matriz em pó, a mesma tenha sido facilitada devido à maior disponibilidade dos compostos com os processos de trituração. Quanto à cor, observam-se, em ambos os ensaios, um clareamento (aumento do parâmetro  $L^*$ ), devido a difração da luz pelas pequenas partículas do pó, bem como uma intensificação da cor amarela (aumento do parâmetro  $b^*$ ), provocada pela concentração dos pigmentos com a retirada da água na secagem. Quanto à cor vermelha (parâmetro  $a^*$ ), houve uma considerável redução, resultado interessante, indicando que a secagem não provocou reações de escurecimento enzimático e não enzimático. Quanto aos parâmetros tecnológicos, observa-se que o ensaio 2 resultou em um produto ligeiramente mais solúvel, com um índice de absorção de água maior do que o valor observado no produto do ensaio 1. Vale ressaltar que o produto do ensaio 2 apresentou uma higroscopicidade 40% menor do que aquela determinada para o produto do outro ensaio 1. Pode-se dizer, portanto, que o uso dos aditivos tecnológicos conferiu maior proteção aos sólidos naturais da matéria prima.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que é possível estabelecer um processo para a obtenção de uma pasta de casca de manga para a desidratação em um secador de cilindro rotativo.

Os resultados mostraram que o *drum drying* da pasta de casca de manga resulta em altas retenções de nutrientes, principalmente quanto aos conteúdos de polifenóis (aproximadamente 100%) e da capacidade antioxidante (70-80%).

Os produtos obtidos por ambos os ensaios apresentaram intensificação da coloração amarela, característica da matéria-prima.

No geral a retenção dos nutrientes foi maior no ensaio sem o uso de coadjuvantes, devido à temperatura de processo e ao tempo de retenção menores. No entanto, o produto resultante desse ensaio apresentou umidade elevada, fato que pode comprometer a estabilidade na vida-de-prateleira.

O ensaio com o emprego de coadjuvantes apresentou um fluxo de massa e de rendimentos maiores na secagem. O produto obtido desse ensaio apresentou propriedades tecnológicas mais interessantes, tais como maior capacidade de absorção de água e maior solubilidade, bem como



menor higroscopicidade. Tais propriedades conferem maior aplicabilidade desse produto como ingrediente alimentício, bem como maior estabilidade no armazenamento.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa PIBIC, ao Fraunhofer pela ajuda ao financiamento do projeto. A Cristhiane Caroline Ferrari, Larissa Peixoto Nunes e Gabriela Nicoluci Schettini pela ajuda durante todo o projeto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVÊDO, L.C. **Caracterização físico-química da farinha de casca de manfa cv. Tommy Atkins**. Anais do XXI CBCTA, 2008.

BENVENUTI, S.; PELLATI, F.; MELEGARI, M.; BERTELLI, D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. **Journal of Food Science**, v.69, p.164-169, 2004.

BRAND-WILIANS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie – Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

CAI, Y.Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v.65, n.6, p.1248-1252, 2000

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.5, n.4, p.420-428, 2005.

CARVALHO, P.R.N.; COLLINS, C.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of provitam A determination by normal-phase gravity flow column chromatography and reversed phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v. 33, n. 2, p. 133-137, 1992.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Artmed Editora, 2009. 96-100 p.

DONADIO, L.C. **Variedades brasileiras de manga**. Editora Unesp, 1996.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of United Nations** - Statistical Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org>. Acesso em: 14.dez. 2017.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th Edition, Gaithersburg, Maryland, 2005.

MARQUES, Adriana et al. **Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (Mangifera indica L.) cv. Tommy Atkins**. Jaboticabal: Revista Brasileira de Fruticultura, 2010.



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

PARK, S.H.; LAMSA, B.P.; BALASUBRAMANIAM, V.M. **Principles of Food Processing**. Columbus: Ohio State University, 2014.

GALAZ, P.; VADENEGRO, M.; RAMÍREZ, C.; NUÑEZ, H.; ALMONACID, S.; Simpson, R., **Effect of drum drying temperature on drying kinetic and polyphenol contents in pomegranate peel**, Journal of Food Engineering (2017), doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.04.002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição**. 1ª Edição Digital. 2008.

MEIRELES, M.A.A.; PEREIRA, C.G. **Fundamentos da Engenharia de Alimentos**. Vol 6. Atheneu, 2013. 832 p.

RUFINO, M.S.M. et al. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS**. Fortaleza: Embrapa, 2007.

TANG, J.; FENG, H.; SHEN, Q. Drum drying, In **Encyclopaedia of Agricultural and Food Engineering**. D. R. Heldma (e.d.). Marcel Dekker, Inc., New York, 2003.