



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

**APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS DO PROCESSAMENTO DE MANGA:
ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM E AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS**

Pedro Faria **Salek**¹; Marta Gomes da **Silva**²; Marcelo Antonio **Morgano**²; Sílvia Pimentel Marconi **Germer**³; Cristhiane Caroline **Ferrari**⁴

Nº 16202

RESUMO - *O objetivo deste trabalho foi estudar o aproveitamento das cascas de manga através da secagem convencional por ar quente, avaliando a influência da temperatura (55, 65 e 75°C) e do tipo de corte da matéria-prima (inteiras ou trituradas) nas características físico-químicas, nos compostos bioativos e na atividade antioxidante do produto seco. As cascas das mangas das variedades Palmer e Tommy Atkins foram secas em secador de bandeja e moídas em moinho granulador de faca e martelos. As farinhas obtidas foram submetidas às análises de umidade, atividade de água, cor, teor de vitamina C, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, carotenoides, molhabilidade, solubilidade e tamanho de partículas. Os pós apresentaram umidade e atividade de água baixos, indicando estabilidade microbológica, além de alta solubilidade em água e tempo de molhabilidade baixos, sugerindo boas propriedades de instantaneidade. O processamento realizado com temperaturas mais baixas (55 e 65°C) e com as cascas trituradas das frutas da variedade Palmer acarretou maior retenção de vitamina C, maior conteúdo de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Os ensaios feitos a 55°C com as cascas inteiras resultaram em maiores concentrações de carotenoides totais e beta-caroteno. Portanto, o processo de secagem por ar quente das cascas de manga levou à formação de pós com boa qualidade e com alto teor de compostos antioxidantes, os quais podem ser incorporados em novos alimentos, atendendo às novas tendências de consumo por produtos mais saudáveis.*

Palavras-chaves: compostos antioxidantes, frutas, secagem por ar quente, subprodutos.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP; pedro.f.salek@gmail.com

2 Colaborador, Pesquisador do CCQA, ITAL, Campinas-SP

3 Colaborador, Pesquisador do FRUTHOTEC, ITAL, Campinas-SP

4 Orientador: Bolsista PNPd/CAPES, FRUTHOTEC, ITAL, Campinas-SP; cferrari@ital.sp.gov.br



ABSTRACT – *The purpose of this work was to study the utilization of mango peel through hot air drying, evaluating the influence of temperature (55, 65 e 75°C) and the cutting type of the raw material (whole or ground) on the physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of dried product. Palmer and Tommy Atkins mango peels were dried in a tray dryer and milled using a grinder mill. The flours were subjected to the following analyses: moisture content, water activity, color, vitamin C, total polyphenol compounds, antioxidant activity, carotenoids, wettability, solubility and particle size. All the powders showed low moisture content and water activity, indicating microbiological stability, besides high solubility in water and low wettability values, demonstrating good reconstitution properties. Drying process performed at lower temperatures (55 and 65°C) using ground mango peels from Palmer variety promoted higher vitamin C retention as well as higher total polyphenol content and antioxidant activity. The treatments done at 55°C with whole mango peels resulted in greater concentration of total carotenoids and beta-carotene. Thus, drying of mango peel by-product led to the formation of good quality flours, source of bioactive compounds, which can be incorporated in the development of novel food products, attending the new consumer demands for healthier products.*

Keywords: antioxidant compounds, fruit, hot air drying, co-products.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de processamento de frutas produz ao longo de sua cadeia produtiva uma grande quantidade de resíduos agroindustriais orgânicos, o que causa um grande impacto ambiental. Além da crescente preocupação ambiental, o descarte inadequado destes resíduos proporciona um grande desperdício de um material que potencialmente pode ser empregado como matéria-prima na indústria de alimentos.

Estudos atuais têm demonstrado que esses subprodutos são ricos em nutrientes e compostos antioxidantes com propriedades benéficas à saúde, principalmente polifenóis, presentes em quantidade superior nas cascas em comparação à polpa das frutas. O aproveitamento desses subprodutos tem recebido maior atenção nos últimos anos, devido ao seu elevado potencial econômico e nutricional, o que tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas na área, visando à produção de ingredientes alimentícios e outros produtos com maior valor agregado (NAGEL et al., 2014; RUIZ-MONTAÑEZ et al., 2014).



A manga é uma das mais importantes frutas tropicais, sendo o Brasil um dos maiores produtores do mundo. Os resíduos da fruta são ricos em fibras, vitaminas, minerais, carotenoides e polifenóis (RUIZ-MONTAÑEZ et al., 2014). Devido à alta perecibilidade desses subprodutos, é importante a utilização de um processo de secagem para garantir sua estabilidade para posterior incorporação em novos produtos alimentícios. Diante do exposto, o objetivo geral deste projeto foi estudar o aproveitamento das cascas de manga através da secagem convencional por ar quente. Os objetivos específicos foram:

- Verificar o efeito das condições de processo da secagem convencional por ar quente (temperatura e tipo de corte da matéria-prima) e do uso de diferentes variedades de manga sobre as propriedades físico-químicas e os compostos bioativos dos pós.
- Selecionar as melhores condições de processo, visando uma melhor manutenção dos compostos bioativos dos pós obtidos.

2 MATERIAL E METODOS

2.1 Material

Foram utilizadas cascas de mangas maduras das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas da empresa DeMarchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda. (Campinas, Brasil).

2.2 Métodos Experimentais

2.2.1 Caracterização da matéria-prima

As cascas foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, açúcares redutores e totais e acidez total titulável (A.O.A.C, 2006). Foram determinados os teores de vitamina C, compostos fenólicos totais, carotenoides, minerais (Na, K, Ca, Cu, Fe, Mg, Zn, Mn e P) e contaminantes (Cd, Al, Pb e Ni) e atividade antioxidante, de acordo com os métodos descritos no item 2.3.

2.2.2 Ensaios de secagem

As frutas inteiras foram sanitizadas em uma solução contendo hipoclorito de sódio por 10 minutos (concentração de 100 ppm). Em seguida foi feito o descascamento manual com facas de aço inox afiadas. Foram utilizados dois tipos de cortes da matéria-prima: o primeiro mantendo as cascas inteiras (Figura 1a) e o segundo com as cascas trituradas em pedaços de aproximadamente 1 cm² de área (Figura 1b), usando um cortador modelo P.A. (marca Urschel, Valparaíso, EUA). Em cada ensaio de secagem, foram utilizados 15 quilos de matéria-prima (30-35 frutas), resultando em torno de 2,5 quilos de cascas.



(a)



(b)

Figura 1. Tipos de corte utilizados nos ensaios de secagem: (a) cascas inteiras e (b) cascas trituradas.

A seguir as cascas foram pesadas e colocadas em bandejas para a secagem convencional por ar quente em secador de bandeja com velocidade de 1 m/s (modelo K13964, Proctor & Schwartz, Lexington, EUA), de acordo com as condições de processo da Tabela 1. Seis ensaios foram feitos com as cascas das frutas da variedade Palmer. A partir dos resultados desses tratamentos, foram realizados mais dois ensaios com as cascas das mangas da variedade Tommy Atkins, usando temperaturas de secagem de 55 e 65°C (ambos com as cascas trituradas).

Tabela 1. Ensaios de secagem com as cascas das mangas da variedade Palmer e Tommy Atkins.

Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo de secagem (h)
PA55PED	55	6
PA65PED	65	5
PA75PED	75	3,5
PA55INT	55	6
PA65INT	65	5,5
PA75INT	75	4
TO55PED	55	6
TO65PED	65	5

Onde: PA55PED, PA65PED E PA75PED são os ensaios realizados com as cascas trituradas da manga variedade Palmer; PA55INT, PA65INT e PA75INT são os ensaios realizados com as cascas inteiras da manga variedade Palmer; TO55PED e TO65PED são os ensaios realizados com as cascas trituradas da manga variedade Tommy Atkins.

A Figura 2 mostra as cascas após o processo de secagem.



(a)



(b)

Figura 2. Cascas de manga após a secagem: (a) cascas inteiras e (b) cascas trituradas



Na sequência, as cascas secas foram moídas em moinho granulador de faca e martelos (modelo 74064G, Treu, São Paulo, Brasil), utilizando peneiras com aberturas de 3,5 µm e 1,25 µm. Em cada ensaio, a quantidade de farinha obtida foi em torno de 250-300 gramas. Em seguida, as farinhas foram submetidas a diversas análises físico-químicas (item 2.3).

2.3 Métodos Analíticos

Atividade de água: determinada em higrômetro digital (Decagon, Aqualab 3TE, EUA), a 25°C.

Cor: avaliada através de um colorímetro Ultra Scan Vis 1043 (Hunter Lab, Reston, EUA), em escala CIELAB. As medidas são expressas em termos dos parâmetros L* (Luminosidade), a* (+a*=vermelho e -a*=verde) e b* (+b*=amarelo e -b*=azul).

Teor de vitamina C: método titulométrico preconizado por Oliveira et al. (2010), adaptada do método indicado pela AOAC (2006) para sucos e preparados de frutas.

Teor de compostos fenólicos totais: determinado de acordo com o método espectroscópico de Folin Ciocalteau, descrito por Benvenuti et al. (2004).

Atividade antioxidante: método DPPH segundo a metodologia de Brand-Williams et al. (1995).

Teor de carotenoides totais e de beta-caroteno: avaliados segundo Carvalho et al. (1992), através de cromatografia líquida de alta eficiência.

Teores de minerais (Na, K, Ca, Cu, Fe, Mg, Zn, Mn e P) e contaminantes (Cd, Al, Pb e Ni): quantificados segundo metodologia da A.O.A.C. (2006).

Molhabilidade: avaliada pelo método descrito por Vissotto et al. (2010).

Solubilidade: de acordo com o método de Eastman Moore (1984), citado por Cano-Chauca et al. (2005).

Distribuição do tamanho das partículas: realizada por difração a laser no equipamento Partica (Horiba, modelo LA 950 V2, Japão), seguindo metodologia adaptada de Ferrari et al. (2012), usando etanol 99% como meio dispersante.

2.4 Análise estatística dos resultados

Foi utilizado o módulo *Basic Statics* (Statistica® 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA) para avaliação dos resultados e comparação de médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da matéria-prima

Os resultados da caracterização da matéria-prima são apresentados na Tabela 2.



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

Tabela 2. Caracterização da matéria-prima: casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins.

Análises	Palmer	Tommy Atkins
Umidade (%)	81,20 ± 0,25a	79,26 ± 0,07b
Acidez total titulável (% ác. cítrico/100g)	0,294 ± 0,005a	0,236 ± 0,008b
Açúcares Redutores (g/100g b.u.)	2,85 ± 0,03a	4,00 ± 0,25b
Açúcares Totais(g/100g b.u.)	8,44 ± 0,36a	9,91 ± 0,30b
Vit C (mg/100g b.s.)	216,85 ± 1,89a	6,80 ± 0,24b
Atividade Antioxidante (µmol TE/g b.s.)	298,77 ± 16,50a	170,84 ± 3,05b
Polifenóis (mg ácido gálico/100g b.s.)	2307,73±3,82a	1923,4 ± 23,97b
Carotenoides totais (mg/100g b.s.)	16,79 ± 1,50a	19,94 ± 0,90b
Beta caroteno (mg β-caroteno/100g b.s.)	5,69 ± 0,53a	6,32 ± 0,30b

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras para $p \leq 0,05$.

Comparando-se as matérias-primas, o teor de compostos fenólicos totais, a atividade antioxidante e a vitamina C das cascas da manga Palmer foram estatisticamente maiores a $p \leq 0,05$. Valores muito baixos de vitamina C foram encontrados para as cascas da variedade Tommy Atkins (6,80 mg/100g b.s.). Em relação aos carotenoides, a variedade Tommy Atkins apresentou teores significativamente maiores de carotenoides totais e beta-caroteno a $p \leq 0,05$ em relação às cascas da manga Palmer.

A Tabela 3 mostra os resultados das análises de minerais e contaminantes para as cascas de manga da variedade Palmer e Tommy Atkins.

Tabela 3. Análise de minerais e contaminantes na casca de mangas da variedade Palmer e Tommy Atkins.

Elemento	Palmer mg/100 g b.s.	Tommy Atkins mg/100 g b.s.
Minerais	Cálcio	173,674 ± 11,257
	Cobre	5,654 ± 0,218
	Ferro	1,021 ± 0,015
	Potássio	943,140 ± 43,928
	Magnésio	85,594 ± 3,777
	Manganês	3,479 ± 0,217
	Sódio	Nd
	Fósforo	51,768 ± 3,144
	Zinco	0,383 ± 0,053
	Contaminantes	Alumínio
Cádmio		Nd
Níquel		0,043 ± 0,008
Chumbo		Nd

Nd = não detectado, < 0,003 mg/100g

Os minerais predominantes nas cascas foram o potássio, o cálcio e o magnésio, enquanto que na casca da manga variedade Palmer não foi identificada a presença de sódio. Chiocchetti et al. (2013), avaliando o teor de minerais de diversos subprodutos da indústria de processamento de frutas, também verificaram maiores teores de cálcio (~ 203 mg/100 g b.s) e potássio (~ 743 mg/100 g b.s) para as cascas de manga. Em relação aos contaminantes, não foram detectados traços de



cádmio e chumbo em nenhuma das matérias-primas. O teor de níquel observado está abaixo do limite permitido pelo Decreto 55.871 de 26 de março de 1965 da ANVISA, o qual estabelece uma tolerância máxima de 5 mg/kg para a classe “outros alimentos”. No caso do alumínio, o documento CF/9 de março de 2015 do *Codex Alimentarium Commission* apresenta um valor de PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) de 2 mg/kg de peso corpóreo. Isso significa que para uma pessoa com 70 kg, a ingestão máxima semanal tolerada desse composto é de 140 mg.

3.2 Avaliação das propriedades físico-químicas dos produtos em pó

3.2.1 Umidade e atividade de água

A Tabela 4 mostra os resultados das análises umidade e atividade de água das farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins. A umidade de todos os pós foi menor que 7%, enquanto que os valores de atividade de água foram inferiores a 0,450, indicando que todas as farinhas são estáveis microbiologicamente. A amostra PA75PED foi a que apresentou umidade e atividade significativamente menores em relação às demais ($p \leq 0,05$). Isso pode ser associado à maior temperatura de processo e ao tipo de corte das cascas (trituradas), aumentando a área de contato das amostras com o ar de secagem e facilitando a evaporação da água.

Tabela 4. Resultados das análises de umidade e atividade de água feitas nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem.

Tratamento	Umidade (%)	Atividade de Água
PA55PED	5,61 ± 0,03a	0,390 ± 0,001a
PA65PED	5,66 ± 0,03a	0,431 ± 0,002b
PA75PED	3,50 ± 0,02b	0,317 ± 0,003c
PA55INT	4,67 ± 0,10c	0,428 ± 0,002b
PA65INT	5,73 ± 0,17a	0,415 ± 0,002d
PA75INT	4,70 ± 0,07c	0,328 ± 0,003e
TO55PED	6,91 ± 0,10d	0,452 ± 0,002f
TO65PED	4,70 ± 0,10c	0,388 ± 0,003a

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

3.2.2 Parâmetros de cor, teor de carotenoides totais e beta-caroteno

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises de cor e de carotenoides das farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins. Os tratamentos PA65PED, PA65INT e PA75INT foram os que apresentaram valores estatisticamente maiores de luminosidade em relação aos outros ensaios, indicando a formação de pós levemente mais claros. Para o parâmetro de cromaticidade a^* , o tratamento PA55PED apresentou valores negativos de a^* , o que mostra um maior predomínio da coloração verde nesta amostra. No entanto, as outras amostras apresentaram valores positivos de a^* , ou seja, uma tonalidade mais avermelhada e amarelada, o que pode ser comprovado na Figura 3, comparando-se os tratamentos PA55INT e PA55PED.



Tabela 5. Resultados das análises de cor feitas nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem.

Tratamento	L*	a*	b*	Carotenoides totais (mg/100g b.s.)	Beta caroteno (mg beta caroteno/100g b.s.)
PA55PED	66,85±0,52a	-2,56±0,15a	40,12±0,45a	15,49±0,41a	5,83±0,48a
PA65PED	69,27±1,62b	1,18±0,41b	43,53±0,99b	20,06±0,82b	8,30±0,60b
PA75PED	64,58±2,95a	0,27±0,17c	43,20±0,67b	10,07±0,19c	3,35±0,43c
PA55INT	64,96±1,00a	3,72±0,16d	57,68±1,09c	23,98±1,39d	11,04±0,13d
PA65INT	69,83±1,04b	2,30±0,25e	52,47±0,83d	21,61±0,42e	10,10±0,53e
PA75INT	67,28±0,76b	4,76±0,19f	49,29±0,70e	15,91±0,23a	5,93±0,19a
TO55PED	63,81±0,68a	7,66±0,21g	49,01±0,84e	18,15±0,13f	7,38±0,36f
TO65PED	65,49±2,66a	4,28±0,55f	56,37±0,77c	28,05±0,83g	9,90±0,63g

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

A cor amarela é resultado da presença dos carotenoides na manga, principalmente o beta-caroteno, por isso o parâmetro b^* se torna mais predominante. Tais valores foram maiores para os tratamentos PA55INT e TO65PED, sendo que essas diferenças podem ser explicadas pelo grau de maturação das frutas.

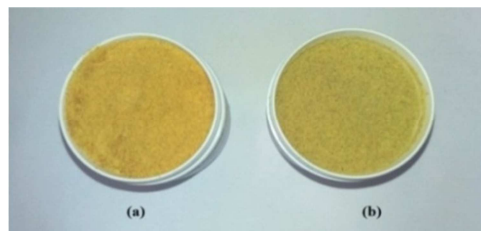


Figura 3. Comparação da cor das amostras de farinha de casca de manga. (a) tratamento PA55INT (b) tratamento PA55PED.

Em relação aos carotenoides, observa-se que os ensaios realizados com as cascas inteiras das mangas variedade Palmer apresentaram maiores concentrações de carotenoides totais e beta-caroteno, provavelmente devido à menor exposição da matéria-prima às condições ambientais. A temperatura de secagem mostrou uma influência significativa nos carotenoides, uma vez que as cascas secas a 75°C (trituradas ou não) apresentaram uma redução do conteúdo de carotenoides totais e beta-caroteno. No entanto, o aumento da temperatura de 55 para 65°C nos ensaios com as cascas trituradas (PA55PED e PA65PED) proporcionou maiores teores de carotenoides totais e beta-caroteno. Isso pode ser devido ao menor tempo de secagem observado no tratamento PA65PED (5 horas) em comparação ao tratamento PA55PED (6 horas), indicando que nesse caso o efeito do tempo de secagem prevaleceu sobre o efeito do uso de temperaturas mais altas. Comportamento semelhante foi também verificado nos ensaios feitos com as cascas da variedade Tommy Atkins (tratamentos TO55PED e TO65PED), ou seja, maiores teores de carotenoides totais e beta-caroteno nas amostras secas a 65°C.



3.2.3 Vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os resultados das análises de vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das farinhas de casca de manga são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados das análises de vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante feitas nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem.

Tratamento	Vit C pó (mg/100 g)*	Vit C casca (mg/100 g)*	Retenção vitamina C (%)	Compostos fenólicos (mg/100 g)*	Atividade Antioxidante ($\mu\text{mol TE/g}$)*
PA55PED	296,87 \pm 2,11a	337,71 \pm 1,11a	87,91	2747,13 \pm 17,92ab	305,01 \pm 7,10ab
PA65PED	179,33 \pm 0,80b	216,43 \pm 1,43b	82,85	2785,02 \pm 38,58a	293,69 \pm 3,35ac
PA75PED	243,07 \pm 0,00c	347,96 \pm 1,10c	69,86	2694,80 \pm 9,99b	278,47 \pm 9,76cd
PA55INT	346,54 \pm 1,26d	426,78 \pm 1,69d	81,20	2784,85 \pm 20,01a	311,09 \pm 1,24b
PA65INT	261,81 \pm 1,14e	336,52 \pm 2,33e	77,80	2421,76 \pm 4,80c	252,74 \pm 2,88e
PA75INT	354,30 \pm 1,04f	517,04 \pm 1,05f	68,52	2431,54 \pm 3,60c	312,13 \pm 4,05b
TO55PED	60,47 \pm 0,0g	6,98 \pm 0,00g	**	2574,10 \pm 11,60d	278,38 \pm 2,97d
TO65PED	43,28 \pm 1,3h	6,63 \pm 0,00h	**	1519,97 \pm 7,63e	120,35 \pm 2,88f

*Resultados expressos em base seca.

**Não foi possível calcular a retenção de vitamina C.

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

Analisando o teor de vitamina C da casca, nota-se uma grande variação dos resultados (entre 216 e 517 mg/100 g para as farinhas das cascas de manga variedade Palmer), provavelmente devido ao grau de maturação das frutas utilizadas. O aumento da temperatura de secagem levou a uma menor retenção de vitamina C (em torno de 70% para os ensaios realizados a 75°C), uma vez que essa vitamina é bastante termossensível. Comparando-se os tratamentos realizados com as cascas inteiras e trituradas, observa-se que as maiores retenções de vitamina C ocorreram quando cascas trituradas foram utilizadas. Nos ensaios feitos com as cascas da variedade Tommy Atkins, o teor de vitamina C variou entre 43 e 60 mg/100 g, valores bem mais baixos que os encontrados para as farinhas produzidas com as cascas de manga Palmer, indicando uma grande influência da variedade da fruta empregada nessa vitamina. Os valores obtidos de vitamina C para as cascas foram em torno de 7 mg/100 g, e portanto, não foi possível o cálculo da retenção da vitamina C nos pós produzidos com cascas da variedade Tommy Atkins.

Como também verificado na vitamina C, o teor de compostos fenólicos das farinhas processadas com as cascas da variedade Palmer foi significativamente maior nos tratamentos realizados com a matéria-prima triturada. A temperatura de secagem teve um efeito significativo apenas nos ensaios com as cascas inteiras, já que os teores de compostos fenólicos das amostras PA65INT e PA75INT foram significativamente menores (a $p \leq 0,05$) em relação à amostra PA55INT. Nos ensaios com as cascas da variedade Tommy Atkins foi observado um efeito estatisticamente significativo da temperatura de secagem. Além disso, as farinhas produzidas com



as cascas da variedade Tommy Atkins apresentaram conteúdos mais baixos de compostos fenólicos em comparação às amostras processadas com cascas da variedade Palmer. A amostra TO65PED mostrou menor conteúdo de compostos fenólicos (~ 1500 mg ácido gálico/100 g).

Em relação à atividade antioxidante, houve uma diminuição estatisticamente significativa a $p \leq 0,05$ com o aumento da temperatura nos ensaios realizados com as cascas trituradas das frutas da variedade Palmer. Os valores mais altos de atividade antioxidante encontrados nos ensaios PA55INT e PA75INT podem ser atribuídos ao maior conteúdo de vitamina C verificado nessas amostras, que também é um antioxidante, contribuindo, portanto para o aumento da atividade antioxidante. Nos tratamentos realizados com as cascas da manga Tommy Atkins menores valores de atividade antioxidante foram observados, seguindo o mesmo comportamento reportado para a vitamina C e o teor de compostos fenólicos dessas amostras.

3.2.4 Molhabilidade, solubilidade e tamanho de partículas

Na Tabela 7 são apresentados os resultados das análises de molhabilidade, solubilidade e tamanho de partículas feitas nas farinhas de casca de manga.

Tabela 7. Resultados das análises de molhabilidade, solubilidade e diâmetro médio feitas nas farinhas de casca de manga das variedades Palmer e Tommy Atkins obtidas por diferentes condições de secagem.

Tratamento	Molhabilidade (s)	Solubilidade (%)	Diâmetro médio D[4,3] (μm)
PA55PED	20,67 \pm 1,53a	85,73 \pm 0,47a	187,62 \pm 18,07ab
PA65PED	10,33 \pm 0,58b	83,83 \pm 0,46b	183,58 \pm 5,40ac
PA75PED	26,00 \pm 2,65c	84,61 \pm 0,65ab	159,70 \pm 11,08c
PA55INT	7,00 \pm 1,00d	83,64 \pm 0,30b	212,79 \pm 10,26bd
PA65INT	12,00 \pm 2,45b	83,02 \pm 0,18b	222,33 \pm 22,21d
PA75INT	9,67 \pm 0,58b	81,71 \pm 0,14c	111,68 \pm 8,99e
TO55PED	17,50 \pm 2,08a	83,55 \pm 0,64b	253,49 \pm 11,92f
TO65PED	19,33 \pm 0,58a	83,82 \pm 0,36b	176,48 \pm 10,66ac

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

A molhabilidade das amostras variou de aproximadamente 7 até 26 segundos, sugerindo que esses pós possuem boas propriedades de instantaneidade, apesar de ser uma análise bastante subjetiva. Em relação à solubilidade, todas as amostras mostraram resultados acima de 80%, indicando uma boa solubilidade em água. Sogi et al. (2015), trabalhando com secagem de polpa de manga variedade ‘Tommy Atkins’, obtiveram pós com solubilidade em torno de 79%, resultados um pouco menores que os observados no presente trabalho. Já Caparino et al. (2012) encontraram solubilidade superior a 90% em um estudo também realizado com polpa de manga, mas com diferentes métodos de secagem (*spray drying*, *drum drying* e liofilização).

O diâmetro médio das partículas variou entre aproximadamente 110 e 253 μm . Conforme a Tabela 7, todas as amostras apresentaram tempos de molhabilidade inferiores a 30 segundos, o



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

que pode ser associado com os diâmetros médios de partículas maiores que 100 μm , conferindo melhores propriedades de instantaneidade a esses produtos. De acordo com Vissotto et al. (2006), a molhabilidade está inversamente relacionada ao tamanho de partículas, ou seja, partículas maiores possuem mais espaços intersticiais, sendo mais facilmente penetradas pela água, apresentando um tempo de molhamento menor.

4 CONCLUSÃO

A temperatura de secagem, o tipo de corte da matéria-prima e a variedade de manga utilizada mostraram um efeito significativo nas propriedades físico-químicas e nos compostos bioativos do produto final. O processamento realizado com temperaturas mais baixas (55 e 65°C) e com cascas trituradas das frutas da variedade Palmer acarretou maior retenção de vitamina C, maior conteúdo de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Em relação aos carotenoides, os ensaios feitos a 55°C com as cascas inteiras resultaram em maiores concentrações de carotenoides totais e beta-caroteno. Todos os pós apresentaram solubilidade em água alta (maior que 80%), tempo de molhabilidade baixos e diâmetros médios de partículas maiores que 100 μm , indicando que esses pós possuem boas propriedades de instantaneidade.

5 AGRADECIMENTOS

Ao ITAL pela oportunidade da realização do estágio, ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica, à FAPESP pelo apoio financeiro (Processo nº 2015/12303-3), ao CCQA e ao CEREAL CHOCOTEC pela colaboração nas análises de carotenoides, minerais e tamanho de partículas.

6 REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, 2006.
- AZIZ, N.A.A.; WONG, L.W.; BHAT, R.; CHENG, L.H. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.92, n.3, p.557-563, 2012.
- 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, n.3, p.164-169, 2004.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.25-31, 1995.



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

- 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.
- CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (*Philippine "Carabao" var.*) powder. **Journal of Food Engineering**, v.111, n.1, p.135–148, 2012.
- CARVALHO, P.R.N.; COLLINS, C.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of provitamin A determination by normal-phase gravity-flow chromatography and reversed phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v.33, n.3-4, p.133-37, 1992.
- CHIOCCHETTI, G.M.; FERNANDES, E.A.N.; BACCHI, M.A.; PAZIM, R.A.; SARRIÉS, S.R.V.; TOMÉ, T.M. Mineral composition of fruit by-products evaluated by neutron activation analysis. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v.297, n.3, p.399-404, 2013.
- FERRARI, C. C., GERMER, S. P. M., AGUIRRE, J. M. Effects of Spray-Drying Conditions on the Physicochemical Properties of Blackberry Powder. **Drying Technology**, v.30, n.2, p.154-163, 2012.
- NAGEL, A; NEIDHART, S.; ANDERS, T.; ELSTNER, P.; KORHUMMEL, S.; SULZER, T.; WULFKUHLER, S.; WINKLER, C.; QADRI, S.; RENTSCHLER, C.; WUTHISOMBOON, J.; ENDRESS, H.U.; SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.. Improved process for the conversion of mango peel into storable starting material for the recovery of functional co-products. **Industrial Crops and Products**, v.61, n.1, p.92-105, 2014.
- OLIVEIRA, R.G.; GODOY, H.T.; PRADO, M.A. Otimização de metodologia colimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geleias de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.244-249, 2010.
- RUIZ-MONTAÑEZ, G.; RAGAZZO-SÁNCHEZ, J.A.; CALDERÓN-SANTOYO, M.; VELÁZQUEZ-DE LA CRUZ, G.; RAMÍREZ DE LEÓN, J.A.; NAVARRO-OCAÑA, A. Evaluation of extraction methods for preparative scale obtention of mangiferin and lupeol from mango peels (*Mangifera indica* L.). **Food Chemistry**, v.159, n.1, p.267-272, 2014.
- SOGI, D.S.; SIDDIQ, M.; DOLAN, K.D. Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkins mango cubes as affected by drying techniques. **LWT – Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.654-568, 2015.
- VISSOTTO, F.Z.; MONTENEGRO, F.M.; SANTOS, J.M.; OLIVEIRA, S.J.R. Avaliação da influência dos processos de lecitinização e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.666-671, 2006.