



AVALIAÇÃO DA POLPA DE CAJÁ-MANGA SUBMETIDA A SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO.

Pedro Augusto Resende Rimoli^{1(PG)*}, Caroline Xavier Dos Santos^{1(PG)}, Ivano Alessandro Devilla^{1(PQ)}, Sueli Martins De Freitas Alves^{1(PQ)}.

*pedro.rimoli@yahoo.com.br

¹ Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis, GO

Resumo: O cajá-manga (*Spondias dulcis* L.) é um fruto predominante dos estados do norte e nordeste, porém é encontrado em diversas regiões do País, consumido *in natura* ou processado, devido a quantidade relevante de vitamina C, carotenoides, taninos, potássio, cobre e compostos fenólicos. Devido a sua alta perecibilidade, a secagem se mostra como uma importante opção de tecnologia de conservação pós-colheita, por aumentar a vida útil do produto, além de manter a sua qualidade. Objetivando avaliar a caracterização dos frutos de cajá-manga atomizado, utilizou-se de polpas adquiridas no CEASA de Anápolis, após a aquisição, as polpas foram transportadas em embalagens plásticas, até o laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Campus Anápolis CCET. Para verificar o efeito combinado das temperaturas e concentrações, na atomização da polpa de cajá-manga, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial duplo 3x3 sendo três temperaturas no *spray dryer* (100°C, 120°C e 140°C) e três concentrações (5%, 15% e 25%) do adjuvante maltodextrina, com 4 repetições. Os resultados que demonstraram as características mais desejáveis foram encontrados no tratamento com temperatura de 140°C e concentração de adjuvante de 25%.

Palavras-chave: *Spondias dulcis* L., *spray dryer*, maltodextrina.

Introdução

O cajá-manga (*Spondias dulcis*) pertence à família Anacardiaceae, a qual pertence outras espécies do gênero *Spondias*, tais como: o umbu (*Spondias tuberosa*), a ciriguela (*Spondia purpurea*), a cajazeira (*Spondias mombin*) e o umbucajazeira (*Spondias* sp.) (SILVA et al., 2014) Esta frutífera é originária das Ilhas da Polinésia, mas adaptou-se ao Cerrado brasileiro por possuir características que representam o bioma, sendo então, conhecida popularmente como um fruto do cerrado, do qual originam diversos subprodutos. Por apresentar na constituição compostos bioativos como antioxidantes, carotenoides e vitaminas, o cajá-manga



tem despertado o interesse de pesquisadores, tanto para cultivo quanto para o processamento o que justifica a busca por técnicas que permitam a conservação dos frutos e dos nutrientes e oferta fora do período de safra (SIQUEIRA et al., 2017; FERREIRA e PINTO, 2017).

No Brasil, frutos exóticos e não tradicionais, como os do cerrado, apesar de serem apreciados por suas propriedades nutricionais e sensoriais como aroma e sabor, apresentam uma vida útil pós-colheita relativamente curta, o que tem dificultado a comercialização e requerem técnicas especiais para conservação e comercialização, inclusive para agregar-lhes valor (RUFINO et al. 2010).

A procura pelos frutos do cajá-manga deve-se principalmente às boas características para a industrialização, aliadas ao aroma e seu sabor agridoce sendo que os principais produtos são sucos, geleias, licores, sorvetes e néctares (SOUZA et al., 2010).

Como a comercialização dos frutos está restrita a sua época de safra, e a sua perecibilidade é alta, necessita-se, para viabilizar a diversas agroindústrias, de unidades de processamento que possam alimentar as indústrias fora do período de safra. A secagem é uma importante tecnologia pós-colheita que apresenta diversas vantagens, dentre as quais consegue aumentar a vida útil do produto, mantém a qualidade do produto; a facilidade na conservação do produto; a proteção contra reações de degradação; a redução do peso; a economia de energia por não necessitar de refrigeração; e melhora a estabilidade dos alimentos por diminuir a quantidade de água, minimizando conseqüentemente as alterações físicas, químicas, sendo assim o produto pode ser disponibilizado durante qualquer época do ano (NACHTIGALL et al., 2000; MAYOR e SERENO, 2004).

Uma das técnicas que vem sendo desenvolvida nos últimos anos é a secagem por atomização, por apresentar todas as finalidades da secagem (ANSELMO, 2006). Para a produção de frutas em pó, torna-se necessário o uso de formulações que contenham material de parede que evitem a caramelização dos açúcares que existem nas polpas das frutas. Durante o processo de secagem por atomização o material de parede envolve as partículas sólidas formando uma microcápsula, assim consegue-se manter a qualidade e a preservação das



características essenciais. Um dos materiais mais utilizados como encapsulante na secagem por atomização é a maltodextrina isso devido ao seu baixo custo e por apresentar baixa higroscopicidade, evitando a aglomeração das partículas (KENYON e ANDERSON, 1988).

Uma vez produzido a fruta em pó, é necessário a realização o estudo da qualidade do produto com a finalidade de passar informações para o consumidor em relação aos aspectos físicos, químicos, microbiológicos, nutricionais e sensoriais a fim de atender o apelo entre os consumidores e ampliar o mercado. A qualidade engloba os aspectos físicos, químicos, microbiológicos, nutricionais e sensoriais que são relacionados com os sentidos humanos aparência, sabor, aroma e textura (CHITARRA e CHITARRA, 2005; ALVARENGA, 2011; GRECO et al., 2014).

Portanto este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização do cajá-manga atomizado, resultado da secagem em *spray dryer*, em relação às características físico-químicas e quantificar a atividade de água dos produtos secos.

Material e Métodos

As polpas de cajá-manga foram adquiridas no CEASA de Anápolis. Após a aquisição, as polpas foram transportadas em embalagens plásticas, até o laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) – Henrique Santillo, da Universidade Estadual de GO, Anápolis - Goiás. No laboratório, as polpas foram misturadas, e os sucos foram preparados, visando à uniformidade do lote.

Para verificar o efeito combinado das temperaturas e concentrações, na atomização da polpa de cajá-manga, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial duplo 3x3 (temperaturas no *spray dryer* x concentração de maltodextrina), com 4 repetições e foi utilizado, aproximadamente, 1 kg de suco de cajá-manga por tratamento.

Os frutos foram submetidos a três temperaturas de atomização (100°C, 120°C e 140°C), relacionados a três concentrações de maltodextrina (5%, 15% e



25%), avaliados no dia seguinte a atomização. Os tratamentos foram mantidos em dessecador a fim de manter o nível de umidade atingido ao fim da atomização.

O cajá-manga em pó (atomizado) foi feito através do equipamento *Spray Dryer* modelo LM MSD 1.0 marca Labmaq. Para a determinação do produto utilizou as temperaturas de 100°C, 120°C e 140°C, com vazão 0,5L min⁻¹, ponta pulverizadora 1.2mm e concentração de maltodextrina a 5%, 15% e 25% como agente encapsulante.

As análises foram realizadas nos laboratórios de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, da Universidade Estadual de Goiás, CCET–Henrique Santillo, sendo: sólidos solúveis, acidez titulável, potencial hidrogeniônico, coloração (L*, Croma e °Hue), atividade de água e rendimento do processo.

Os dados foram submetidos à análise de variância (P≤0,05) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

As Tabelas 1 e 2 resumem a análise de variância das características estudadas.

TABELA 1- Resumo da análise de variância aplicada à coloração (L*, °Hue e Croma), em cajá-manga atomizado, submetido a diferentes temperaturas e concentrações de maltodextrina.

Fator	GL	L*		°Hue		Croma	
		QM	P-Value	QM	P-Value	QM	P-Value
T.	2	9.426	0.3228 ^{NS}	1.918	0.0045*	1.932	0.1088 ^{NS}
C.	2	60.374	0.0025*	22.251	0.0000*	103.459	0.0000*
T. x C.	4	17.893	0.0913 ^{NS}	0.226	0.5464 ^{NS}	5.317	0.0007*
Resíduo	27	7.992	-	0.289269	-	0.801463	-
Total	35	-	-	-	-	-	-
CV(%)		3,92		0,58		5,89	

Significativo (*) e não significativo (NS) a 5% de probabilidade pelo teste F.

Temperatura (Temp.); Concentração (Conc.); Coeficiente de Variação (CV).



TABELA 2- Resumo da análise de variância aplicada à acidez titulável(AT), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) e atividade de água (Aw), em cajá-manga atomizado, submetido a diferentes temperaturas e concentrações de maltodextrina.

Fator	GL	AT		pH		SS		Aw	
		QM	P-Value	QM	P-Value	QM	P-Value	QM	P-Value
T.	2	0,000002	0,2548 ^{NS}	0,003519	0,0001*	40,6900006	0,0001*	0,016446	0,0000*
C.	2	0,003204	0,0000*	0,019936	0,0000*	32,565822	0,0005*	0,017698	0,0000*
T. x C.	4	0,000066	0,0000*	0,001228	0,0048*	4,915833	0,2228 ^{NS}	0,001218	0,0693 ^{NS}
Resíduo	27	0,000001	-	0,000278	-	3,222037	-	0,000495	-
Total	35	-	-	-	-	-	-	-	-
CV(%)		4,42		0,58		3,98		10,06	

Significativo (*) e não significativo (NS) a 5% de probabilidade pelo teste F.

Temperatura (Temp.); Concentração (Conc.); Coeficiente de Variação (CV).

Em relação ao rendimento, Carneiro (2016) apresentou média de 18,8% em atomizador com corrente de ar quente na entrada (210 °C), e com adição de 20% de maltodextrina em seu trabalho com polpa de buriti, portanto média significativamente superior ao maior rendimento encontrado neste trabalho, que obteve 11,8% de rendimento no tratamento com 100°C na temperatura de secagem e 25% de adição de adjuvante, como apresentado na Figura 1.

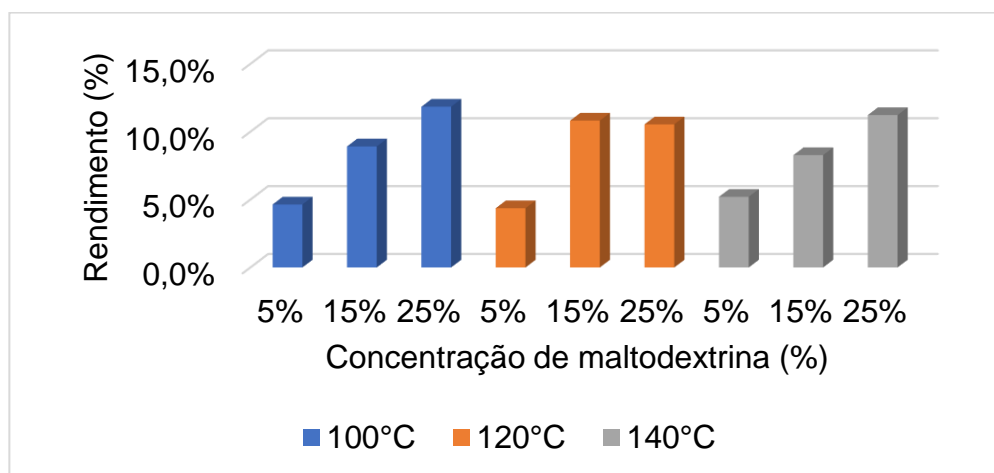


FIGURA 1 - Variação média do rendimento do pó de cajá-manga submetido a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem.



O maior valor observado da coordenada L* foi de 74,705 na concentração de 25% de maltodextrina, Ferreira et al. (2014) trabalhando com polpa de cajá em pó obtida pelo método de secagem em leito de jorro, a 82 °C e com 15% de concentração de maltodextrina, obtiveram médias de luminosidade de 60,75±0,12. Oliveira (2012) obteve valor de 58,41 para polpa de cajá liofilizada.

Diferenças significativas foram encontradas, separadamente, tanto na variação de concentração de maltodextrina, quanto na variação de temperatura de secagem dentro da variável °Hue. O maior valor em relação a concentração de maltodextrina ocorreu com a porcentagem de 25% (93,024), já em relação a temperatura o maior valor foi encontrado relativo a temperatura de 140°C (92,390), Kohatsu et al. (2011), trabalhando com cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas, mostraram um valor médio maior (102,33) em relação ao °Hue. Porém segundo Ramos e Gomide (2007), ambos os resultados estão em uma faixa comum ao fruto, e a variação se justifica apenas pelo tempo de maturação diferenciado.

O Croma obteve diferenças significativas para a interação dos tratamentos como se pode observar na Tabela 3. Canuto et al. (2010), caracterizando os frutos de cajá-manga encontraram valor médio de croma igual a 32,7. Vasconcelos (2015) trabalhando com associação de radiação UV-C com cajá-manga obteve valores médios de croma para o primeiro dia de análise e tratamento controle de 26,047.

TABELA 3 - Variação média da interação do Croma do pó de cajá-manga submetido a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem.

Concentração	Temperatura		
	100°C	120°C	140°C
5%	19,5602 Aa	17,9425 Ab	17,6541 Ab
15%	15,1241 Ba	13,1071 Bb	15,5030 Ba
25%	12,1234 Ca	13,3529 Ba	12,3535 Ca

*Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



O cajá-manga atomizado apresentou teores de acidez titulável variando de 1,40 a 4,80% de ácido cítrico, apresentados na Tabela 4. Oliveira et al. (2014) ao secarem a polpa do cajá pelo método de liofilização encontraram valores entorno de 3,28% ácido cítrico.

TABELA 4- Valores médios da acidez titulável (% ácido cítrico), em cajá-manga atomizado, da interação temperatura e concentração.

Temperaturas	Concentrações de Maltodextrina		
	5%	15%	25%
100°C	4,56 Ba	2,06 Ab	1,45 Bc
120°C	4,80 Aa	1,45Bb	2,06 Ac
140°C	4,80 Ba	2,27 Ac	1,40 Bb

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação temperatura e concentração de maltodextrina para a variável potencial hidrogeniônico está apresentada na Tabela 5. Silva (2005), ao atomizar a polpa de cajá com concentração 15% de maltodextrina, relatou valores de pH de 2,88. Moura Neto et al. (2015), ao realizarem a secagem do cajá em *spray dryer*, encontraram valores variando de 2,79 a 2,83 corroborando com os resultados apresentados.

TABELA 5- Valores médios de potencial hidrogeniônico, em cajá-manga atomizado, da interação temperatura x concentração.

Temperatura	Concentração de Maltodextrina		
	5%	15%	25%
100°C	2,83 ABb	2,8875 Aa	2,9050 Aa
120°C	2,8075 Bc	2,9025 Aa	2,8550 Bb
140 °C	2,84 Ab	2,9075 Aa	2,92 Aa

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Moura Neto et al. (2015) ao realizarem a secagem do cajá em *spray dryer* encontraram valores variando de 95,67 °Brix e 97,00 °Brix, resultados superiores ao encontrado neste estudo que variaram entre 43,00 e 46,42 °Brix.

Observa-se que com o aumento da temperatura e concentração de maltodextrina, obtêm-se produtos com menor quantidade de água disponível para processos microbiológicos, assim como os que foram encontrados nesse trabalho (0.2610 a 0.1809). Tonon et al. (2009) quando estudaram pó de açaí obtido pelo processo de atomização encontraram valores em torno de 0,22. MORAES (2014) atomizando a polpa de caju obteve valores de atividade de água entre 0,245 e 0,296.

Considerações Finais

O tratamento que combina a temperatura de 100°C com a concentração de 25% de maltodextrina obtiveram os maiores resultados relacionados ao rendimento do pó de cajá-manga. O tratamento de 25% de concentração de maltodextrina associado a temperatura de 140°C proporcionou resultados mais desejados pelo consumidor em relação a coloração, e em relação as variáveis relacionadas ao sabor do produto (acidez titulável, sólidos solúveis e pH).

Para a atividade de água, com o aumento da temperatura e da concentração de maltodextrina obteve-se os menores valores, representando assim melhores resultados, já que quanto menor a atividade de água mais estável é o produto e maior a sua vida útil.

Agradecimentos

Agradecimentos a UEG pelas instalações disponibilizadas, e a CAPES pelas bolsas de mestrado concedidas.

Referências

- ALVARENGA, J.O. **Padronização, classificação e rotulagem de frutas e hortaliças**. Manual Operacional das CEASAS do Brasil. Belo Horizonte: AD2, 2011.
- ANSELMO, G.C.S. et al. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio de secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.2, p.58- 65, 2006

REALIZAÇÃO



CANUTO, G.A.B.; XAVIER, A.A.O.; 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 Fruticultura**, v.32, n.4, Jaboticabal, Dec. 2010.

CARNEIRO, B. L. A.; **Estabilidade química e funcional dos compostos bioativos da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada**. 112p. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

FERREIRA, A.P.R.; SOUSA, S.L.; LIMA, D.M.; COSTA, J.M.C. Caracterização de polpa de cajá em pó obtida pelo método de secagem em leite de jorro. **Anais**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.

FERREIRA, L.; PINTO, L.S.R.C. Estruturados de cajá-manga (*spondias dulcis*) com diferentes hidrocoloides. *Enciclopédia biosfera*, Goiânia, v.14 n.25, p. 2017.

GRECO, S.M.L.; PEIXOTO, J.R.; FERREIRA, L.M. Avaliação física, físicoquímica e estimativas de parâmetros genéticos de 32 genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no distrito federal. **Bioscience Journal**, v.30, p.360-370, 2014.

KENYON, M.M.; ANDERSON, R.J. **Maltodextrins and low-dextrose-equivalence with syrup solids**. In: Flavor encapsulation (RISCH & REINECCIUS), 7-11, ACS Symposium series n o 370, American Chemical Society, 1988.

KOHATSU, D. C.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. Volume Especial, p. 344-349, 2011.

MAYOR, L.; SERENO, A.M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 61, n. 3, p. 373- 386, 2004.

MORAES, F.P. **Polpa desidratada de caju amarelo (*anacardium occidentale* L.) por atomização em spray-dryer: caracterização físico-química e bioativas e estudo da vida de prateleira do produto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- programa pós-graduação- Universidade Federal do Grande do Norte, Natal- RN. 2014.

MOURA NETO, L.G.; ROCHA; E.M.F.F.; AFONSO, M.R. A.; RODRIGUES, S.; COSTA, J.M.C. PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF YELLOW MOMBIN (*Spondias mombin* L.) ATOMIZED POWDER. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.4, p.244 – 252, 2015.

OLIVEIRA, G.S. **Aplicação do processo de liofilização na obtenção de cajá em pó: avaliação das características físicas, físico-químicas e higroscópicas**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.



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

RAMOS, E.D.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes**: fundamentos e metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2007. 599p.

RUFINO, M. S. M.; BRITO, E. S.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. S.; MANCINI FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SILVA, Y.C. **Obtenção de cajá em pó utilizando um secador por atomização: caracterização física, físico-química e sensorial do pó**. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

SIQUEIRA, A. P. S.; VASCONCELOS, L. H. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; CUSTÓDIO, B. S. S.; COSTA, D. P.; FARIA, T. C.; SELEGUINI, A. Climatization for scheduled ripening of caja-manga. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 424-428, 2017.

SOUZA, E.P. et al. Enxertia da Cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.316-320, 2010.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(2): 444-450, abr.-jun. 2009

VASCONCELOS, L.H.C. **Radiação ultravioleta c e embalagens na conservação póscolheita de cajá-manga**. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO. 2015.