

Liofilização e caracterização físico-química de *blend* composto por kiwi e maracujá

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro¹; Sâmela Leal Barros²; Newton Carlos Santos³; Virgínia Mirtes de Alcântara Silva⁴; Mylena Olga Pessoa Melo⁵; Amanda Priscila Silva Nascimento⁶

Universidade Federal de Campina Grande, ¹victor_herbert@gmail.com, ²samelaleal7@gmail.com,
³newtonquimicoindustrial@gmail.com, ⁴virginia.mirtes2015@gmail.com, ⁵mylenaopm@gmail.com,
⁶amandapricil@yahoo.com.br

RESUMO: Os *Blends* constituem-se como uma importante alternativa para o processamento de frutas, agregando maior valor econômico e nutricional ao produto. Objetivou-se através do presente estudo o desenvolvimento de um *blend* liofilizado à partir das polpas de kiwi e maracujá, avaliar as suas características físico-químicas. O *blend* das duas frutas (*in natura* e liofilizado) foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: teor de umidade, atividade de água, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), *ratio* (SST/ATT), pH, e vitamina C. O *blend* liofilizado foi determinado as seguintes propriedades físicas: solubilidade, densidade aparente e compactada, índice de Carr e Fator de Hausner. Através do processo de liofilização as amostras apresentaram menor teor de umidade e de atividade de água, indicando maior estabilidade do produto durante o armazenamento. Foi observado também o aumento dos seguintes parâmetros: acidez total titulável, sólidos solúveis totais e *ratio*. Com relação as propriedades físicas do *blend* liofilizado, o mesmo apresentou-se com média solubilidade, boa fluidez e de baixa coesividade. Portanto, o desenvolvimento do *blend* de kiwi e maracujá é uma excelente alternativa para o aproveitamento da matéria-prima, por se tratar de um produto que apresentará elevado valor nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: Liofilização; Qualidade; Novos produtos; Solubilidade; Sucos.

INTRODUÇÃO

Os países tropicais possuem abundância de frutas frescas. Porém, a comercialização destes produtos *in natura* apresenta como limitação a alta perecibilidade das frutas, especialmente quando há o transporte a longas distâncias. Estima-se que cerca de 50% do volume produzido é perdido nas etapas pós-colheita, devido ao alto teor de água das frutas e inadequação da infraestrutura. Além do sabor agradável, as frutas são fornecedoras insubstituíveis de minerais (potássio, zinco, cobre, magnésio, cálcio, entre outros), vitaminas (especialmente vitamina C), fibras e outros compostos (flavonoides, fenólicos, carotenoides). Devido à presença destes compostos, o consumo de frutas é associado a inúmeros benefícios à saúde humana como a prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 e alguns tipos de câncer (SILVA et al., 2016; LIMA et al., 2018).

Os sucos obtidos através da mistura de duas ou mais frutas e/ou vegetais ou dos seus respectivos sucos são denominados como *blends* e apresentam-se como uma tendência no mercado, pois proporcionam a produção de bebidas com elevado valor nutritivo, desenvolvimento de produtos com novos sabores e melhoria das características físico-químicas e sensoriais dos componentes isolados (SANTANA et al., 2018).

O maracujá (*Passiflora edulis*) é uma fruta pertencente à família da família Passifloraceae e oriunda de regiões tropicais, o Brasil é maior produtor e consumidor mundial de maracujá amarelo no qual cerca de 60% é destinado ao consumo da fruta *in natura* e o restante é usado para o desenvolvimento do suco processado. Além da cor, aroma e sabor atrativos, o maracujá é conhecido por possuir propriedades tranquilizantes, além de ser um fruto rico em vitaminas, principalmente A e C (OLIVEIRA et al., 2016; BATISTA et al., 2017).

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma fruta que possui grande importância econômica, principalmente na China, Itália e Nova Zelândia, que são os principais produtores. Devido ao seu sabor atraente e qualidades nutricionais desejáveis, o kiwi tornou-se bem aceito em todo o mundo. Possui em sua composição alto teor de vitamina C e compostos bioativos, como os compostos fenólicos, fibra insolúvel, carotenóides, flavonóides e minerais (LYU et al., 2018; MÓRAN et al., 2018).

A liofilização é considerada como sendo um dos melhores métodos de secagem, pois possibilita a manutenção das propriedades organolépticas e nutricionais dos alimentos. O método consiste no congelamento do produto seguido pela desidratação, que ocorre através do processo de sublimação, proporcionando a redução do teor de água e consequentemente minimizando a ocorrência da maior parte das reações que provocam a degradação do produto (VIVAS et al., 2019).

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um *blend* à partir das polpas de maracujá e kiwi, proporcionando o desenvolvimento de novas características sensoriais ao produto, como também avaliar as suas características físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Para a realização desta pesquisa, foram utilizados os frutos de kiwi cv. Hayward (*Actinidia deliciosa*) e maracujá (*Passiflora edulis*), adquiridos no comércio local do município de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Elaboração do blend

Os frutos foram selecionados quanto a uniformidade e o estágio maduro de maturação. Inicialmente as frutos foram lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200ppm por 15 minutos. Posteriormente, as frutas foram descascadas com auxílio de uma faca de aço inoxidável e processadas separadamente em liquidificador doméstico e filtradas (malha de organza) para a obtenção das polpas. Na elaboração do *blend* utilizou-se a proporção de 1:1 (kiwi:maracujá).

Liofilização

As polpas foram filtradas foram depositadas em formas plásticas e conduzidas para o congelamento lento em freezer por 48 h e temperatura de -18°C. Após o congelamento, a amostra foi transferida para o liofilizador de bancada (Terroni, LS 3000) e submetida a uma temperatura de -50 °C por 48 h.

Caracterização físico-química

Os *blends* fresco e liofilizado, foram submetidos, em triplicata, as seguintes análises físico-químicas: teor de umidade em estufa à vácuo a 70 °C até massa constante; Sólidos Solúveis Totais (SST) em refratômetro; Acidez Total Titulável (ATT) determinada por titulometria; Relação SST/ATT(*ratio*); vitamina C; pH medida direta em potenciômetro digital de acordo com a metodologia descrita por Brasil (2008); A atividade de água (Aw) foi determinada usando o dispositivo Decagon® Aqualab CX-2T a 25 °C.

Propriedades físicas

A propriedades físicas foi determinada no blend liofilizado, as seguintes propriedades foram determinadas: solubilidade de acordo com o método descrito por Cano-Chauca et al. (2005); densidade aparente (ρ_{ap}) e densidade compactada (ρ_c) foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Tonon et al. (2009); o Índice de Car (IC) e o Fator de Hausner (FH) foram calculados a partir das equações propostas por Wells (1998).

Análise estatística

Os dados obtidos com relação a caracterização físico-química das amostras desidratadas foram avaliados estatisticamente, por meio de um delineamento inteiramente casualizado, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão descritos os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos com relação ao *blend* de kiwi e maracujá *in natura* e desidratado através do processo de liofilização.

Tabela 1 - Caracterização físico-química dos *blends* de kiwi e maracujá *in natura* e liofilizado.

Parâmetros	Blends		CV (%)
	<i>In natura</i>	Liofilizado	
Umidade (%)	90,53 ^a ± 0,52	14,88 ^b ± 0,23	0,95
Atividade de água (A _w)	0,980 ^a ± 0,001	0,320 ^b ± 0,002	0,59
ATT (% ácido cítrico)	2,16 ^b ± 0,04	8,52 ^a ± 0,25	4,23
pH	3,74 ^b ± 0,05	3,12 ^a ± 0,07	2,34
SST (°Brix)	12,00 ^b ± 0,01	55,66 ^a ± 0,47	1,21
<i>Ratio</i> (SST/ATT)	5,55 ^b ± 0,01	6,54 ^a ± 0,24	3,75
Vitamina C (mg/100g)	16,03 ^a ± 0,16	12,52 ^b ± 0,02	1,23

Nota: Letra sobrescritas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

Através da Tabela 1 constata-se que o *blend in natura* apresenta alto teor de umidade 90,53%. Santos et al. (2019) obtiveram valores semelhantes com relação ao teor de água em maracujá (86,75%), os autores também observaram altos valores com relação a atividade de água (0,980). Contudo, os dois parâmetros citados apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ao nível de 5% de probabilidade. Segundo Barros et al. (2019), alimentos que possuem teor de umidade superior a 20% e atividade de água superior 0,60 estão mais sujeitos a processos de deterioração provocados por bolores e leveduras. O processo de liofilização possibilitou a redução do teor de umidade para 14,88% e de atividade de água para 0,320, indicando que o produto desidratado possui uma maior estabilidade. Sousa et al. (2015) obtiveram atividade de água inferior ao apresentado no presente estudo (0,209), ao realizarem a secagem de atemoia através do método de aspersão.

O processo de liofilização proporcionou um incremento no teor de acidez total titulável, que apresentou variação de 2,16% (*in natura*) a 8,52% (liofilizado) diferindo estatisticamente entre si. Segundo Uchoa et al. (2008) a acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Com relação ao pH foi observado comportamento inverso, pois houve uma redução no pH do *blend*, que variou de 3,74 (*in natura*) a 3,12 (liofilizado) diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$). Segundo Santos et al. (2008) o baixo valor de pH pode representar um fator limitante para o crescimento de bactérias patogênicas, mantendo os índices de contaminação bacteriana em níveis baixos. Este comportamento também foi observado por Silva et al. (2016), que observaram um aumento de 87,90% no teor de acidez do *blend* de acerola e abacaxi após a liofilização.

No tocante ao teor de sólidos solúveis totais (SST) foi observada diferença estatística significativa entre as amostras, o *blend* liofilizado apresentou valor superior com relação a este parâmetro (55,66 °Brix), enquanto a amostra *in natura* apresentou valor inferior (12,00 °Brix). De acordo com Chaves et al. (2004) sólidos solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativas como derivado das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente polissacarídeos estruturais. Os principais açúcares em frutos são: glicose, frutose e sacarose em proporções variadas, de acordo com a espécie. Oliveira et al. (2011) observaram comportamento semelhante ao realizarem a liofilização de sapoti, a amostra *in natura* apresentou teor de sólidos solúveis totais de 15,67 °Brix, enquanto a amostra liofilizada apresentou 65,50 °Brix.

A liofilização proporcionou o incremento do parâmetro *ratio* que variou de 5,55 a 6,54 °Brix, apresentando diferença significativa entre si. Segundo Sousa et al. (2018), este parâmetro é um índice tecnológico utilizado para indicar a relação entre SST e ATT do produto e é capaz de avaliar o sabor do produto, indicando também o grau de doçura.

Com relação ao teor de vitamina C a amostra *in natura* apresentou 16,03 mg/100g, após o processo de liofilização foi observada uma redução de cerca de 25% desta vitamina (12,52 mg/100g). Yi et al. (2018) ao realizarem a desidratação de manga obtiveram 72,3 mg/100g de ácido ascórbico, os autores afirmaram que a liofilização proporciona menor degradação da vitamina C quando comparada a secagem convectiva utilizando ar quente, este fato é justificado pois a vitamina C é um composto termosensível.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados obtidos para as propriedades físicas do *blend* de kiwi e maracujá desidratado através do processo de liofilização.

Tabela 2 – Resultados médios e desvio padrão das propriedades físicas do *blend* de kiwi e maracujá liofilizado.

Propriedades físicas	Blend liofilizado
Solubilidade (%)	64,20 ± 0,45
Densidade aparente (g/cm ³)	0,395 ± 0,001
Densidade compactada (g/cm ³)	0,490 ± 0,014
Índice de Carr (%)	19,38 ± 0,23
Fator de Hausner	1,24 ± 0,005

Com relação a propriedade de solubilidade o *blend* liofilizado apresentou percentual de 64,20%. Sogi et al. (2015) obtêm valores próximos (66,80 a 78,69%) de solubilidade em estudo com diferentes processos de secagem da manga Tommy Atkin.

A média da densidade aparente para o *blend* liofilizado foi de 0,395 g/cm³ valores superiores foram obtidos para a densidade compactada (0,490 g/cm³). De acordo com Abdullah e Geldart (1998), partículas que oferecem resistência à compactação, e seu atrito é elevado, resultam em densidades aparentes baixas, isto é devido a que quando um grupo de sólidos se encontram dispostos num determinado volume (contenedor, recipiente, etc.), estes tem uma tendência ao se organizar de um modo aleatório guardando espaços vazios entre eles, ao contrário do que ocorre com pós após serem submetidos a compactação.

A capacidade de fluidez (Índice de Carr) apresentou percentual de 19,38% valor este que classifica o *blend* liofilizado como boa fluidez, pois segundo Santhalakshmy et al. (2015) valores de IC entre 15-20% têm boa fluidez, entre 20-35% pobre fluidez, entre 35-45% fluidez ruim e IC > 45% fluidez muito ruim.

O fator de Hausner apresentou valor médio de 1,24, este fator expressa a coesividade do material e segundo Santhalakshmy et al. (2015) pós que apresentam $FH > 1,4$ são considerados de alta coesividade.

CONCLUSÕES

Verificou-se que a produção de *blends* a partir de kiwi e maracujá é uma excelente alternativa para o aproveitamento da matéria-prima, pois as frutas apresentam boa aceitação e elevado valor nutricional. Além disso, há a possibilidade de agregar maior valor ao produto final e proporcionar ao consumidor o desenvolvimento de novos sabores.

Pode-se constatar que a liofilização proporcionou a redução do teor de água e de atividade de água, melhorando a estabilidade do produto. Porém observou-se o aumento dos seguintes parâmetros: acidez, sólidos solúveis totais e *ratio*.

Com relação as propriedades físicas do *blend* liofilizado, o mesmo apresentou-se com média solubilidade, boa fluidez e de baixa coesividade.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, E. C.; GELDART, D. The use of bulk density measurements as flowability. *Powder Technology*, v.102, n.2, p.151-165, 1999.
- BARROS, S. L.; SILVA, W. P.; FIGUEIREDO, R. M. F.; ARAUJO, T. J.; SANTOS, N. C.; GOMES, J. P. G. Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade de geleia elaborada com abacaxi e canela. *Revista Principia*, v.1, p. 150-157, 2019.
- BATISTA, L. N.; LIMA, E. J.; FERREIRA, R. S.; FERREIRA NETO, J.; OLIVEIRA, D. M.; MONTEIRO, A. R. G. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. *Revista Principia*, n. 37, p. 27-33, 2017.
- CHAVES, M. C. V.; GOUBEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química de suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 4, n. 2, 2004.
- LIMA, L. L. A.; SILVA, A. M. O.; FERREIRA, I. M.; NUNES, T. P.; CARVALHO, M. G. Néctar misto de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) e mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes): elaboração e avaliação da qualidade. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, p.1-8, 2018.
- LYU, X.; PENG, X.; WANG, S.; YANG, B.; WANG, X.; YANG, H.; XIAO, Y.; BALOCH, A. B.; XIA, X. Quality and consumer acceptance of radio frequency and traditional heat pasteurised kiwi puree during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, v.53, p. 209–218, 2018.
- MORÁN, F.E.; MARCO-NOALES, E.; ESCRICH, A.; BARBÉ, S.; LÓPEZ, M.M. Biodiversity and Biogeography of Three *Pseudomonas syringae* Pathovars which Affect Kiwi Fruit Cultivation. *Biodiversity Online Journal*, v.1, n.1, p.1-3, 2018.
- OLIVEIRA, D. B. A.; ANGONESE, M.; GOMES, C.; FERREIRA, S. R. S. Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis* sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. *The Journal of Supercritical Fluids*, v.111, p.55–62, 2016.
- OLIVEIRA, V.S.; AFONSO, M.R.A.; COSTA, J.M.C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011.
- SANTANA, K. I.; PASSOS, F. R.; CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. Suco misto de laranja e cenoura em diferentes concentrações. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v.4, n.3, p.1-7, 2018.
- SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. *Powder Technology*, v. 274, n. 1, p. 37-43, 2015.
- SANTOS, B. A.; TEIXEIRA, F.; AMARAL, L. A.; RANDOLPHO, G. A.; KÉLIN SCHWARZ, K.; SANTOS, E. F.; RESENDE, J.T.V.; NOVELLO, D. Chemical and nutritional characterization of fruit pulp stored under freezing. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v.17, n.1, p.1-13, 2019.
- SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. Microbiological evaluation of frozen fruit pulps. *Ciências e Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 4, p. 913-915, 2008.

RIBEIRO, V. H. A. et al. Liofilização e caracterização físico-química de blend composto por kiwi e maracujá. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-6834, 2019.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, M. J. S.; ROCHA, A. P. T.; SANTOS, D. S.; ARAÚJO, A. S.; OLIVEIRA, M. N. Caracterização físico-química de blend de abacaxi com acerola obtido pelo método de liofilização. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.11, n.5, p.110-113, 2016.

SOGI, D. S.; SIDDIQ, M.; DOLAN, K. D. Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. Food Science and Technology, v.62, p.564-568, 2015.

SOUSA, K. D. S. M. D.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. D.; QUEIROZ, A. J. D. M.; FERNANDES, T. K. D. S. Produção e caracterização da polpa de atemoia em pó. Revista Brasileira de Fruticultura, v.37, n.3, p.718-728, 2015.

SOUZA, H. R. S.; SANTOS, A. M.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O.; NUNES, T. P.; CARVALHO, M. G. Elaboração e avaliação da qualidade de geleia de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. C.) e mangaba (*HancorniaSpeciosa* G.) com alegação funcional. Segurança Alimentar e Nutricional, v.25, n.3, p.104-113, 2018.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Physicochemical parameters and crude and dietary fiber content of edible powders from tropical fruit residues. Segurança Alimentar e Nutricional, v.12, n.2, p.58-65, 2008.

VIVAS, E. S. M.; APONTE, A. A. A.; COCK, L. S. Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (*Cucumis melo* L.). Información Tecnológica, v.30, n.3, p.179-188, 2019

YI, J. Y.; LYU, J.; BI, J. F.; ZHOU, L. Y.; ZHOU, M. Hot air drying and freeze drying pre-treatments coupled to explosion puffing drying in terms of quality attributes of mango, pitaya, and papaya fruit chips. Journal of Food Processing and Preservation, v.41, n.6, p.1-10, 2017.

Cano-Chauca, M.; Stringheta, P. C.; Ramos, A. M.; Cal-Vidal, C. 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. 6, n. 1, p. 420-428, 2005.

Tonon, R. V.; Brabet, C.; Pallet, D.; Brat, P.; Hubinger, M. D. Physicochemical and morphological characterisation of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. International Journal of Food Science and Technology, v. 44, n. 10, p. 1950-1958, 2009.

Wells, J. I. Pharmaceutical preformulation: the physicochemical properties of drug substances. New York: Ellis Horwood Limited. 1988. 553p.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.