

ESTUDO DA ESTABILIDADE DO PÓ DE AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA*) OBTIDO PELOS PROCESSOS DE LIOFILIZAÇÃO E ATOMIZAÇÃO

Luiza de Andrade Vieira e Silva¹; Luciane Franquelin Gomes de Souza²; Kaciane Andreola²; Tatiana Guinoza Matuda²

¹ Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professoras da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *A grande demanda por uma alimentação saudável faz com que a indústria alimentícia explore alimentos de alto valor nutricional e seus compostos bioativos, como por exemplo o açaí. É importante entender as características do fruto e os processamentos adequados para sua conservação, além de obter informações sobre os benefícios à saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi estudar a estabilidade dos pós de açaí com e sem proteínas vegetais, obtidos pelos processos de liofilização e atomização, analisando suas propriedades físico-químicas por dois meses. Polpas de açaí foram caracterizadas em relação à composição centesimal, antocianinas, cor, pH, sólidos solúveis e parâmetros reológicos e os pós, quanto a antocianinas, tempo de molhamento, solubilidade, atividade de água e umidade. A polpa escolhida para o estudo de secagem apresentou 422,23 mg de antocianinas/ 100 gms. Os teores de antocianinas nos pós de açaí, no primeiro dia do estudo de estabilidade, foram 309,12; 86,59; 118,94 e 46,63 mg/ 100 gms obtidos nos processos de atomização sem e com proteínas e na liofilização sem e com proteínas, respectivamente. Após um mês, os teores de antocianinas foram menores em todas as condições estudadas mostrando a importância do estudo de estabilidade deste composto.*

Introdução

A significativa demanda por alimentação mais saudável, torna o consumo de produtos com alto valor nutricional e compostos bioativos, como o açaí (*Euterpe oleracea*), atrativo. Essa tendência impacta as indústrias alimentícias e farmacêuticas para se adequarem aos novos hábitos da população (Yamaguchi *et al.*, 2015).

O açaí (*Euterpe oleracea*), encontrado na região norte do país, é um fruto rico em fibras, lipídeos, proteínas, minerais, flavonoides e vitamina E. A ingestão de flavonoides, como as antocianinas, proporciona alta capacidade antioxidante, além de benefícios terapêuticos como ações antiproliferativa, anti-inflamatória, e efeito cardioprotetor (Cedrim *et al.*, 2018).

A Instrução Normativa nº 37 de 2018 do MAPA (Brasil, 2018) descreve “Açaí, seguido do percentual de sólidos totais, é a bebida obtida a partir da parte comestível do fruto extraída com adição de água e filtração, preservando a cor, aroma o sabor característicos, além de quantidade mínima de compostos fenólicos antocianinas”, determina o teor mínimo de 8 % de sólidos totais; pH entre 4,0 e 6,2; máximo de 6 g/ 100 gms de açúcares totais naturais e mínimos de 7 g/ 100 gms, 1,80 g/ 100 gms e 0,44 g/ 100 gms para proteínas, polifenóis e antocianinas respectivamente, sendo gms, grama de matéria seca”.

A composição da parte comestível do fruto foi analisada por diferentes pesquisadores, conforme mostra a Tabela 1. As diferenças podem ser explicadas pela variedade do fruto, da safra, forma de cultivo, grau de extração da parte comestível do fruto e diferentes métodos de análise.

Tabela 1 - Composição físico-química e valor nutricional do açaí (*Euterpe oleracea*).

Composição	Rogez (2000)	Carvalho <i>et al.</i> (2010)	Cohen <i>et al.</i> (2009)	Tonon <i>et al.</i> (2009)	Rufino <i>et al.</i> (2011)	Souza (2015)	TACO (2011)	TBCA C0003C (2020)	TBCA C0185C (2020)
Sólidos totais (g/100 g)	15	11,47	10,44	14,05		16,16	11,3	13,9	11,3
Proteínas (g/100 gms)	13	8,76	19,69	10,18	6,27	9,84	7,08	6,47	6,90
Lipídeos (g/100 gms)	48	41,02	40,92	48,61	20,82	37,87	34,51	36,04	40,53
Ác. graxos saturados (g/100 gms)							6,19	7,27	6,37
Ác. graxos monoins. (g/100 gms)							17,70	24,68	19,56
Ác. graxos poli-insat. (g/100 gms)							3,54	2,30	3,01
Fibras (g/100 gms)	34	17,11	-	32,17	71,22	11,12	23,01	42,37	43,45
Cinzas (g/100 gms)	3,5	3,79	0,19	3,13	1,99	4,21	2,65	2,23	2,74
Carboidratos totais (g/100 gms)						48,08	54,87	55,11	49,73
Açúcares totais (g/100 gms)	1,5			3,42					
Sódio (mg/ 100 gms)	56,4						44,248	12,158	26,283
Potássio (mg/ 100 gms)	932						1097,345	791,367	1132,743
Cálcio (mg/ 100 gms)	286						309,735	149,640	246,018
Magnésio (mg/ 100gms)	174						150,442	150,360	150,442
Fósforo (mg/ 100 gms)	124						141,593	145,324	145,133
Ferro (mg/ 100 gms)	1,5						3,540	4,245	6,549
Cobre (mg/ 100 gms)	1,7						1,593	1,439	1,416
Zinco (mg/ 100 gms)	7,0						2,655	1,655	2,566
Alfa-tocoferol (mg/ 100 gms)	45							106,475	119,469
Valor energético (kcal/ 100 gms)	66,3	425,54		233,52		572,51	513,274	482,01	495,58
Antocianinas (mg/100 gms)	2380 - 6173	401,61	45,31	32.810		341,1			
Atividade de água		0,99	-						
pH	5,8	4,89	4,80	5,18					
Sólidos solúveis (°Brix)		5,80	1,8						
Acidez titulável (% ácido cítrico)		0,18	0,09	0,34					

*em g/100 gms ** em % ácido cítrico

O açaí é altamente perecível sendo necessário e fundamental o rápido processamento para a conservação e manutenção dos seus nutrientes. Uma alternativa não refrigerada, ideal para transporte e armazenamento em condições ambientais, é a obtenção do pó por secagem (Souza, 2015). A secagem por atomização é indicada para preservar o valor nutricional do açaí, facilitar o transporte e comercialização e reduzir perdas pós colheita empregando tecnologia de baixo custo (Celestino, 2010), enquanto a liofilização é indicada quando o objetivo é a manutenção dos teores de antocianinas e carotenoides, pois a água é removida por sublimação e a baixa temperatura do processo preserva estes compostos (Lucas *et al.*, 2018).

Silva *et al.* (2017) reportaram teor de antocianinas na polpa de açaí de 73,54 mg/ 100 g de amostra e Santos *et al.* (2008), 13,93 a 54,18 mg/ 100 amostra pelo método do pH único. Coutinho *et al.* (2017), pelo método do pH diferencial, reportou uma faixa de 12,05 a 24,98 mg de antocianinas/ 100 g de amostra para diferentes amostras de polpa de açaí. Os valores diferem devido à variedade, quantidade de água adicionada para extração da polpa e processamento (pasteurização e congelamento).

França (2001) estudou a estabilidade do pó de açaí desengordurado armazenados em condições ambientais em frascos de vidro com tampa rosqueada. Houve uma perda de 1/3 no valor inicial até 3 meses, e manteve 8,0 mg de antocianinas/ g de amostra entre 6 a 12 meses.

A comparação entre métodos de secagem de frutas tem sido amplamente reportada na literatura. Silva (2013) comparou a liofilização e a atomização (temperatura de entrada do ar de 215 °C e de saída 81 °C) sem o uso de carreadores, da polpa de juçara (*Euterpe edulis*), fruto similar ao açaí. Concluiu que em ambos os processos o resultado foi satisfatório em relação à conservação do fruto. Lucas *et al.* (2018) compararam o pó do açaí obtidos por leite de jorro, liofilização e atomização em relação a compostos bioativos antocianinas e carotenoides. Verificaram que todos os métodos apresentaram retenção de antocianinas e carotenoides, mas na polpa liofilizada os teores foram maiores (5,87 mg de antocianinas/ gms e 38,28 μ g de carotenoides/ gms). Pavan *et al.* (2012) avaliaram o pó do açaí obtido por liofilização, janela de refratância (*Refractance Window*) e ar quente em relação ao comportamento de sorção de água e concluíram que os três métodos resultaram em produtos com baixos teor de umidade e atividade de água, resultando em uma boa estabilidade durante o armazenamento por 3 meses.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a polpa congelada de açaí e avaliar a estabilidade dos pós obtidos nos processos de secagem por atomização e de liofilização, ao longo do tempo de armazenamento, sobre a estabilidade física e de antocianinas. Proteínas vegetais são adicionadas às polpas como carreadores na secagem por atomização em estudos do grupo de pesquisa Sistemas Particulados. Neste trabalho, também foi adicionada à polpa liofilizada para efeitos de comparação.

Material e Métodos

Polpas congeladas de açaí das marcas Rio Negro (lote LP10330), Top Açaí (lote 07313) e DeMarchi (lote L07470181) foram obtidas de um fornecedor local. As proteínas utilizadas como carreadores foram proteína isolada de ervilha em pó (Pea Unique 86, Pavesa Biotech, Espanha) e proteína concentrada de arroz (Rice Standard 80, Wuxi Jinnong Biotech. Co, China).

Caracterização da polpa

As polpas de açaí foram analisadas em relação ao teor de proteínas, cinzas, acidez titulável expressa em % de ácido cítrico e pH conforme os descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e lipídeos por Bligh Dyer (1959). O teor de água foi determinado em estufa de ventilação forçada (Ethiktechnology) a 70 °C até peso constante e o teor de carboidratos por diferença. Os parâmetros de cor L*, a* e b* foram determinados com o auxílio do espectrofotômetro ColorQuest XE (Hunter Lab) e o teor de sólidos solúveis determinado com auxílio do refratômetro BioBrix.

A polpa da marca Rio Negro foi utilizada para a obtenção dos pós e por este motivo, foram realizadas análises complementares para sua melhor caracterização.

O teor de água foi também determinado pelo método do Instituto Adolfo Lutz (2008), em estufa (Ethiktechnology) a 105 °C e no analisador de umidade com lâmpada de halogênio modelo MOC63u (Shimadzu), com 5 g de produto a 140 °C e variação de massa de 0,05 % e o teor de fibras alimentares foi determinado em laboratório externo (Cerelab) pelo método AOAC 985.29.

O comportamento reológico foi determinado com auxílio do reômetro de cilindro concêntricos modelo DV3T Extra LV, marca Brookfield Engineering Labs, com acessório para amostras pequenas e sonda SC4-18, acoplado a um banho termostático para controle da temperatura em 23 °C, e velocidade variando de 0 a 200 rpm, equivalente a uma taxa de cisalhamento de 13,2 a 264,0 s⁻¹ obtendo curvas ascendente e descendente para verificar a dependência do tempo. Os dados da tensão de cisalhamento (τ) e taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) foram obtidos com auxílio do programa Rheocalc T (Brookfield Engineering Labs) e ajustados ao

modelo de Lei de Potência (Equação 1) e Plástico de Bingham (Equação 2) no programa Microsoft® Excel.

$$\tau = k(\gamma)^n \quad (1)$$

$$\tau = \tau_0 + \mu_p \gamma \quad (2)$$

Em que k é o índice de consistência e n , o índice de escoamento; τ_0 é a tensão inicial de cisalhamento e μ_p , a viscosidade plástica.

O teor de antocianinas foi determinado pela leitura de absorvância em espectrofotômetro UV-2600 (Shimadzu) de acordo com método AOAC (2005). A absorvância (A) das amostras diluídas em solução extratora (85 % álcool etílico e 15 % HCl 1,5 molar, pH 1) foi calculada pela Equação 3, e o teor de antocianinas totais (Ca), pela Equação 4, em base seca.

$$A = (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4,5} \quad (3)$$

$$Ca \left(\frac{\text{mg}}{100 \text{ g (b.s.)}} \right) = \frac{A \cdot MW \cdot DF \cdot 1000}{\epsilon} \quad (4)$$

Em que MW é o peso molecular da cianidina-3-glucosídeo (449,2 g/mol), DF é o fator de diluição, ϵ é a absorvância molar da antocianina majoritária (26.900 L/mol.cm) e 1000 é o fator de conversão de g para mg.

As análises foram realizadas em triplicata.

Preparo de amostras para secagem

A polpa de açaí Rio Negro foi descongelada em temperatura ambiente por 12 h e foi homogeneizada no moinho coloidal Modelo D90LS (Bertuzzi) por 3 vezes. Foi feita uma combinação de proteínas de arroz e de ervilha, na proporção de duas de ervilha para uma de arroz para obter a quantidade adequada de aminoácidos essenciais, além de serem não alergênicas (FAO, 2011). Esta combinação foi adicionada à polpa na mesma proporção de seus sólidos, ou seja, para 350 g de açaí, foram adicionadas 9 % de proteínas vegetais, sendo 21 g de proteína de ervilha e 10,5 g de proteína de arroz, homogeneizadas no agitador Ultra-Turrax T-50 (IKA-Werke, Alemanha) de alta frequência.

Processo de liofilização

As polpas sem e com proteínas vegetais foram congeladas em potes de vidro com 25 a 30 g de amostra, em ultrafreezer modelo BCFi (Klimaquip) a -30 °C e ventilação forçada até que o centro do recipiente atingisse -18 °C em seguida foram armazenados nesta temperatura até o momento da liofilização. As amostras foram condicionadas por 2 h em gelo seco antes de serem liofilizadas no equipamento Enterprise I (Terroni, Brasil). Os processos foram conduzidos por 24 h, com temperatura do condensador de aproximadamente -50 °C e pressão ao término do processo inferior a 170 μ Hg.

Processo de atomização

As amostras de polpa (3 kg) foram adicionadas ao secador por atomização de disco rotativo modelo SD-05 (Tecnape, Brasil), com capacidade nominal de evaporação de água de 5 L/h e volume da câmara de 0,63 m³, construída em aço inoxidável AISI 304 (Imazpre, Brasil). Com temperatura do ar de entrada de 180 °C, de saída, 115 °C, 100 % de capacidade do

ventilador adutor, 50 % de capacidade do ventilador exaustor, 10 mmH₂O de depressão e 30.000 rpm de rotação do disco atomizador.

Os pós obtidos por liofilização e atomização foram armazenados em embalagens plásticas metalizadas à vácuo.

Caracterização dos pós

Na Tabela 2 observa-se as datas em que os processos de secagem e as análises foram realizados.

Tabela 2 – Datas dos processos e experimentos dos pós de açaí.

Amostra	Processo	Dia 0	Mês 1
Liofilizada (LA)	15 e 16/09/2020	07 e 08/10/2020	10 e 11/11/2020
Liofilizada com proteínas (LP)	09/09/2020	07 e 08/10/2020	10 e 11/11/2020
Atomizada (SA)	06/10/2020	15 e 16/10/2020	18 e 19/11/2020
Atomizada com proteínas (SP)	06/10/2020	15 e 16/10/2020	18 e 19/11/2020

Os pós obtidos foram mantidos sob congelamento a (-18 °C) até o primeiro dia de análise considerado, dia zero. Após estas análises, foram mantidos em temperatura ambiente. As análises de umidade, tempo de dispersão, antocianinas, solubilidade e atividade de água foram realizadas num intervalo de 4 semanas (1 mês).

Os pós de açaí foram analisados em relação ao teor de água por titulação pelo método de Karl Ficher no equipamento 870 KF Titrino (Methrohm, Suíça) (Instituto Adolfo Lutz, 2008), atividade de água (*A_w*) no Aqualab 3TE (Decagon), antocianinas pela leitura de absorbância em espectrofotômetro UV-2600 (Shimadzu) pelo método da AOAC (2005), as amostras foram mantidas em banho ultrassônico por 10 min antes do repouso de 24 h a 4 °C.

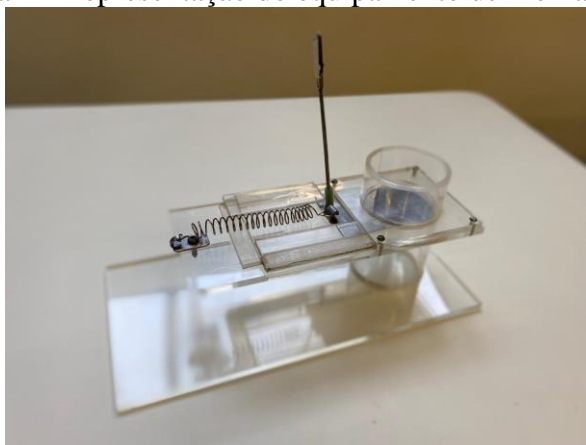
A solubilidade foi determinada pela adição de 1 g de amostra em 100 mL de água destilada em um béquer, mantidos sob agitação constante com barra magnética por 1 min. A solução foi filtrada em filtro qualitativo e o resíduo seco em 70 °C por 24 h em estufa de ventilação forçada (Ethiktechnology). De acordo com Dacanal (2005), calculou-se o teor de material não solubilizado (Equação 5).

$$\%SOL = \left[\frac{m_f(1+UBS)}{m_i} \right] \cdot 100 \quad (5)$$

Em que m_i é a massa inicial da amostra, m_f a massa do resíduo seco e UBS é o teor de umidade da amostra analisada em base seca.

O tempo de molhamento por imersão, foi determinado pelo método de Hoge Kamp e Schubert (2003), adaptado por Dacanal (2005). Sob a lâmina do equipamento (Figura 1), é colocado 1 g de pó que entra em contato com 80 mL de água destilada a 25 °C após acionamento do gatilho. O tempo é medido com o auxílio do *software* Movavi, determinado pelo momento em que todo o sólido é coberto pelo líquido.

Figura 1 - Representação do equipamento de molhamento.



Fonte: A autora

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Resultados e Discussão

Caracterização da polpa

A caracterização das três marcas de polpa de açaí mostrou variações entre os componentes analisados (Tabela 3), como as composições da parte comestível do fruto reportadas na literatura (Tabela 1). Apesar da polpa Rio Negro possuir o maior teor de água, os teores de lipídios e sólidos solúveis também são maiores, indicando menor concentração de carboidratos em relação as demais. A maior extração da parte comestível pode explicar o maior teor de carboidrato nas polpas Top Açaí e DeMarchi, porém para esta conclusão seria necessário analisar seus teores de fibras e açúcares totais. Assim, as diferenças podem ser explicadas pela variedade do fruto, da safra, forma de cultivo, grau de extração da parte comestível do fruto.

A luminosidade (L) se mostrou baixa e as tonalidades neutras, caracterizando a cor arroxeadada da polpa de açaí e o teor de antocianinas foi de 422 ± 48 mg/ 100 gms, para a marca Rio Negro.

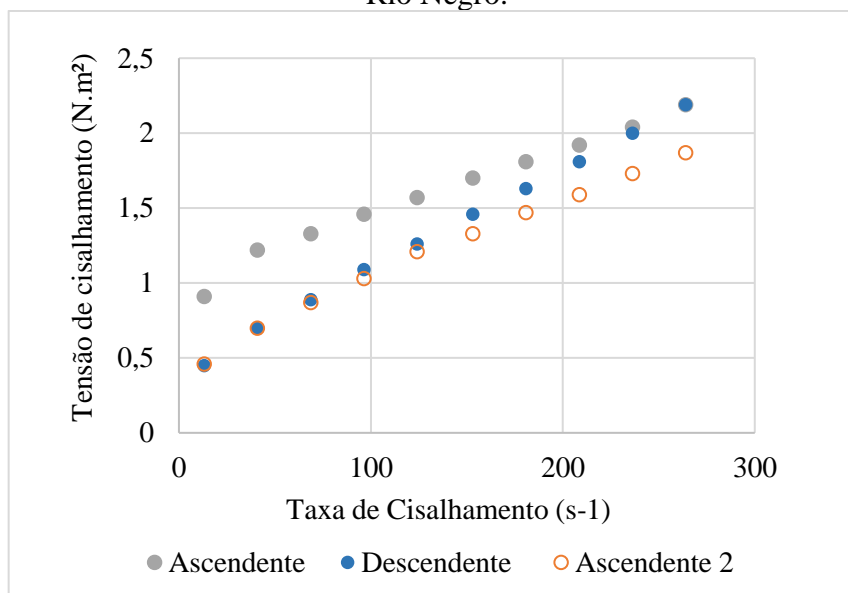
Tabela 1 - Composição e propriedades da polpa de açaí em base úmida (g/ 100 g amostra).

Componentes	Rio Negro	Top Açaí	DeMarchi
Água****	$90,5 \pm 0,1$	$89,7 \pm 0,1$	$88,5 \pm 0,2$
Água*****	$90,1 \pm 0,4$		
Água*****	$90,7 \pm 0,4$		
Proteínas	$0,84 \pm 0,06$	$0,85 \pm 0,01$	$1,02 \pm 0,01$
Lipídeos	$5,19 \pm 0,24$	$4,22 \pm 0,05$	$4,12 \pm 0,03$
Cinzas	$0,39 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,07$	$0,39 \pm 0,01$
Fibras alimentares	1,98		
Carboidratos**	3,13	4,93	5,97
Acidez titulável***	$0,20 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,02$
pH	$5,01 \pm 0,04$	$4,85 \pm 0,00$	$4,19 \pm 0,00$
Sólidos Solúveis (°Brix)	$3,58 \pm 0,28$	$2,87 \pm 0,12$	$3,66 \pm 0,10$
Cor			
L	$31,12 \pm 0,25$		
a*	$6,03 \pm 0,09$		
b*	$3,68 \pm 0,20$		

por diferença *expressa em ácido cítrico ****estufa com ventilação forçada a 70 °C *****estufa a 105 °C
*****analizador de umidade com lâmpada de halogênio

O comportamento reológico da polpa de açaí, marca Rio Negro, pode ser observado na Figura 2. Foram feitas curvas de fluxo ascendente e descendente e uma segunda curva de fluxo ascendente (Costa, 2015), em duplicata. Pode-se observar uma histerese pela não sobreposição das curvas, o que indica comportamento tixotrópico da amostra.

Figura 2 - Tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação da polpa de açaí, marca Rio Negro.



Os parâmetros reológicos foram obtidos a partir da segunda curva ascendente, conforme Costa (2015). A Tabela 4 apresenta os índices de consistência (k) e de escoamento (n) obtidos a partir do ajuste do modelo de Lei de Potência e tensão inicial de cisalhamento (τ_0) e viscosidade plástica (μ_P) do modelo Plástico de Bingham.

Tabela 4 - Parâmetros reológicos médios obtidos da segunda curva ascendente.

Modelo	Lei de Potência		Plástico de Bingham	
Parâmetros	k	$0,125 \pm 0,001$	τ_0	$0,466 \pm 0,014$
	n	$0,471 \pm 0,002$	μ_P	$0,005 \pm 0,001$
	R^2	$0,985 \pm 0,004$	R^2	$0,993 \pm 0,002$

Os resultados dos parâmetros da Lei de Potência e Plástico de Bingham estão inferiores aos obtidos por Costa (2015), que estudou o comportamento reológico da polpa do açaí a 25 °C e obteve $n = 0,56$ e $k = 0,48$, característica de fluido pseudoplástico e $\tau_0 = 2,01$ Pa e $\mu_P = 0,04$ Pa.s. Os parâmetros reológicos mostram que a viscosidade aparente é inferior à de literatura para polpa de açaí, o que está relacionado a quantidade de água adicionada para a extração do fruto e sua variabilidade.

Caracterização dos pós

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos pelas análises das polpas liofilizadas e atomizadas em seus respectivos tempos de análise.

Tabela 5 - Propriedades físico-químicas dos pós da polpa de açaí liofilizada e atomizadas com e sem proteínas vegetais em seus respectivos tempos de análise. Em que LA: liofilizada sem proteínas vegetais; LP: liofilizada com proteínas vegetais; SA: atomizada sem proteínas vegetais e SP: atomizada com proteínas vegetais.

	LA	LP	SA	SP
Início (dia 0)				
Água (g/100 g amostra)	0,066 ± 0,002	0,056 ± 0,007	0,030 ± 0,002	0,039 ± 0,004
Aw (25,5 °C)	0,375 ± 0,017	0,263 ± 0,031	0,231 ± 0,011	0,181 ± 0,014
Solubilidade (%)	77,14 ± 1,87	83,87 ± 1,22	57,79 ± 2,15	69,95 ± 12,16
Tempo de molhamento (s)	4,67 ± 0,57	6,33 ± 0,57	8,33 ± 1,52	3,67 ± 0,57
Antocianinas (mg/100 gms)	118,94 ± 15,89	46,63 ± 4,08	309,12 ± 38,48	86,59 ± 1,92
1 mês				
Água (g/100 g amostra)	0,060 ± 0,008	0,078 ± 0,001	0,054 ± 0,003	0,083 ± 0,017
Aw (25,5 °C)	0,458 ± 0,006	0,470 ± 0,002	0,439 ± 0,001	0,348 ± 0,006
Solubilidade (%)	75,51 ± 0,73	78,10 ± 5,98	66,63 ± 7,83	83,05 ± 1,94
Tempo de molhamento (s)	5,33 ± 0,57	6,98 ± 0,56	13,00 ± 1,73	8,33 ± 0,57
Antocianinas (mg/ 100 gms)	102,94 ± 10,90	18,01 ± 5,30	296,36 ± 3,79	77,17 ± 15,40

O teor de antocianinas nos pós obtido por liofilização foi menor que nas polpas atomizadas e ambos apresentaram degradação após 1 mês de estocagem. Resultado não esperado e bem inferior ao reportado por Lucas *et al.* (2018), que mostraram que o processo de liofilização é a melhor opção para preservar os compostos bioativos antocianinas e carotenoides. O preparo da polpa (descongelamento e homogeneização) para os dois processos foi realizado em dias diferentes, o que poderia influenciar os resultados de antocianinas, porém a polpa de açaí é condicionada em potes de vidro no liofilizador, que ficam expostos à luz ambiente durante o processo de 24 h e isso pode ter influenciado a degradação das antocianinas já durante o processo, reduzindo o seu valor em um quarto em relação à polpa.

O teor de água e a atividade de água foram maiores nos pós liofilizados e aumentaram ao longo do tempo nos dois processos. As polpas liofilizadas apresentaram menor solubilidade que as atomizadas, e essa característica aumenta ao longo do tempo somente para este processo de secagem. O tamanho da partícula pode ter sido fundamental no resultado desta análise, a amostra liofilizada pode ter sofrido compactação ao longo do tempo, diminuindo seu tamanho.

A estrutura porosa do alimento liofilizado é resultado do espaço ocupado pelos cristais de gelo que foram sublimados, estes poros favoreceram o menor tempo de molhamento do pó sem proteína. O tempo de molhamento dos pós com proteínas comparado ao sem proteínas, foi maior no processo de liofilização, indicando que no processo de atomização ocorre uma interação entre proteínas e polpa de açaí.

Conclusões

A caracterização das polpas de açaí mostrou que as marcas analisadas estão de acordo com o reportado na literatura. A diferença nos teores de carboidratos e proteínas nas polpas pode ser explicada pela variedade do fruto, da safra, forma de cultivo e grau de extração da parte comestível do fruto.

A atomização apresentou uma maior retenção de antocianinas em relação à liofilização, o que provavelmente ocorreu pela exposição das amostras à luz durante o processo de liofilização.

Todas as propriedades avaliadas nos pós de açaí sem e com proteínas vegetais variaram ao longo do tempo mostrando a importância do estudo de estabilidade. O período de avaliação deve ser maior e o trabalho terá continuidade para avaliar os pós por até 4 meses, bem como o cálculo do teor de antocianinas dos pós contendo proteínas em uma base de cálculo de sólidos do açaí.

Referências Bibliográficas

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (2005). *Official methods of analysis of AOAC International*. 18th edition. Gaithersburg, AOAC.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2018) Doença de Chagas aguda - Casos confirmados Notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Amapá.
- Carvalho, A. V.; Mattietto, R. A.; Silva, P. A.; Araújo, E. A. F. (2010) Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturado a partir de polpa de açaí. *Brazilian Journal of Food Technology*, **13**, p. 232-241.
- Cedrim, P.C.A.S.; Barros, E.M.A.; Nascimento, T.G. (2018) Propriedades antioxidantes de açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. *Brazilian Journal of Food Technology*, **21**, e2017092.
- Celestino, S.M.C. (2010) *Princípios de secagem de alimentos*. Embrapa Cerrados, Documentos 276, 49 p.
- Cohen, K.O.; Mattietto, R.A.; Chisté, R.C.; Oliveira, M.S.P. (2009) *Caracterização Físico-Química e Funcional da Polpa Extraída de Frutos da Cultivar de Açázeiro BRS Pará*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Coutinho, R.M.P.; Fontes, E.A.F.; Vieira, L.M.; Barros, F.A.R.; Carvalho, A.F.; Stringheta, P.C. (2017) Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant capacity of açaí pulps marketed in the states of Minas Gerais and Pará, Brazil. *Ciência Rural*, 47 p.
- Dacanal, G. C. (2005) *Estudo da granulação de suco de acerola desidratado em leito fluidizado*. 136 f, Campinas, SP.
- FAO (2011) Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper*, **92**, 1-66.
- França, S.C. (2001) *Abordagens biotecnológicas para a obtenção de substâncias ativas*. In: Simões *et al.*, Farmacognosia da planta ao medicamento. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFSC, capítulo 7, p. 105-124.
- Instituto Adolfo Lutz (2008) Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo.
- Lucas, B.F.; Zambiazzi, F.C.; Costa, J.A.V. (2018) Biocompounds and physical properties of açaí pulp dried by different methods. *LWT - Food Science and Technology*, **98**, 335-340.
- Pavan, M.A.; Schmidt, S.J.; Feng, H. (2012) Water sorption behavior and thermal analysis of freeze-dried, Refractance Window-dried and hot-air dried açaí (*Euterpe oleracea* Martius) juice. *LWT - Food Science and Technology*, **48**, 75-81.
- Rogez, H. (2000) *Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação*. Editora da Universidade Federal do Pará.
- Rufino, M.S.M.; Pérez-Jiménez, J.; Arranz, S.; Alves, R.E.; Brito, E.S.; Oliveira, M.S.P.; Saura-Calixto, F. (2011) Açaí (*Euterpe oleracea*) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidante dietary fiber and high antioxidante capacity oil. *Food Research International*, **44**, 2100-2106.
- Santos, G.M.; Maia, G.A.; Sousa, P.H.M.; Costa, J.M.C.; Figueiredo, R.W.; Prado, G.M. (2008) Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). *ALAN*, **58**.
- Silva, A.K.N.; Beckman, J.C.; Rodrigues, A.M.C.; Silva, L.H.M. (2017) Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. *Rev. Bras. de Tec. Agroindustrial*, **11**, 2205-2216.
- Silva, P.P.M. (2013) *Conservação da polpa de juçara (Euterpe edulis) submetida à radiação gama, pasteurização, liofilização e atomização*. Tese de Doutorado. Centro Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Souza, P. G. D. (2015) *Produção e caracterização de açaí (Euterpe oleracea Mart.) desidratado em pó por cast-tape drying*, Universidade Federal de Santa Catarina, 143 p. (Dissertação de mestrado).

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). (2020) Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 12.11.2020.

Yamaguchi, K.K.L.; Pereira, L.F.R.; Lamarão, C.V.; Lima, E.S.; Veiga, E.F.J. (2015) Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, **179**, 137-51.