

ENSAIO DE SECAGEM UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE LIOFILIZAÇÃO E COLORIMETRIA APLICADA EM FRUTAS: BANANA E ABACAXI

*BERTOI, J. GUIMARÃES, G. VARGAS, D.

Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Química

E-mail: *julianabertoi.aluno@unipampa.edu.br

RESUMO – O processo de liofilização se baseia na remoção de água através da sublimação, cujo processo consiste na passagem direta da água em estado sólido para vapor. É uma tecnologia utilizada como processo de secagem, indicado para produtos que tenham elementos sensíveis ao calor, como vitaminas e proteínas, a liofilização conserva as propriedades nutritivas, pois as membranas das células não se rompem com a perda do vapor de água. Os produtos comercializados a partir de frutas desidratadas ganham cada dia mais espaço por possuírem grandes vantagens, como vida útil prolongada e aspectos nutritivos mais conservados. O presente trabalho teve por objetivo realizar o ensaio de secagem de banana e abacaxi utilizando a técnica de liofilização, com os objetivos específicos de caracterizar as amostras in natura, comercial e secas por liofilização em aula e análise estatística com relação ao conteúdo de umidade e a cor. Foram utilizadas amostras de abacaxi e banana liofilizadas em laboratório e amostras liofilizadas comerciais. Verificou-se uma maior predominância da cor amarela nos alimentos, o aumento da cor vermelha e queda da luminosidade. Quanto à umidade das amostras liofilizadas, obtiveram baixos valores, indicando redução de atividade de água na amostra.

INTRODUÇÃO

A liofilização é um método de desidratação muito usado para preservar alimentos perecíveis, produzindo alimentos secos com uma alta qualidade das suas características sensoriais podendo ser percebidas pelos sentidos humanos, como: luz, brilho, textura, odor, valor nutricional e sabor. Produtos podendo apresentar uma vida útil mais prolongada, evitando o uso de grande quantidade de aditivos. "O processo envolve a remoção de água do alimento, de uma transferência direta do líquido para a fase de gás por um método de sublimação" (Hammami & Rene, 1997, p. 687). Não existe comprovação da data e local exato do surgimento do processo

de liofilização, Adams (1991) afirma que a técnica começou da preservação de peixes, a muito tempo pelos esquimós, pela desidratação deles, pelos ventos gelados e secos dos árticos e Terroni *et al.* (2011) também afirma que o primeiro surgimento de produto liofilizado, na forma adequada, foi o vírus da raiva em meados de 1911. Para secagem dos alimentos, a liofilização é um importante processo industrial, parte de materiais farmacêuticos, cirúrgicos, entre outros, tem sua estrutura interna ou composição química expostas à degradação térmica. (BOSS, 2004). Exemplos de produtos na área de alimentos que passam pelo processo de liofilização: bebidas, matérias-primas alimentares, também alimentos prontos para o consumo. Ainda que existam desvantagens sobre esse processo de

liofilização, sendo dispendioso a baixas temperaturas não afetando as características sensoriais, tão quanto outros métodos mais baratos. O processo se mostra com grande eficiência quando comparado com meios de desidratação, exemplificando as características como decomposição térmica, contração do produto, perda de voláteis, e desnaturação de proteínas, afirma Garcia (2009). Os alimentos liofilizados possuem um alto valor agregado devido a retenção de seus nutrientes originais, empregando baixas temperaturas em seu processamento, porém o custo desses produtos é maior comparado a produtos secos por outros tipos de técnicas, necessitando de pesquisas que visem minimizar os custos de sua produção, Além disso, é preciso precaução ao chegar no produto final, tendo cuidado com os aspectos nutritivos e sensoriais, para entregar produtos nutritivos e com qualidade aos consumidores. As frutas se destacam dentre os produtos processados em relação ao baixo custo de transporte, estabilidade à temperatura ambiente e fácil obtenção. Apresentando maior vida de prateleira devido a dificuldade de microrganismos se desenvolverem (MUJUMDAR, 2004).

Um dos parâmetros mais importantes para a aceitabilidade de um alimento é a sua aparência, em produtos naturais ou processados a característica fundamental é a cor (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Os principais pigmentos presentes nos produtos de origem vegetal são carotenoides, antocianinas e clorofila, dentre eles os carotenoides são responsáveis pelas cores entre o amarelo e o laranja, presentes na maioria das frutas (BOBBIO e BOBBIO, 1992). Usualmente são empregados equipamentos que realizam a medição da cor do alimento, tornando a análise de cor mais rápida, simples e prática de analisar os compostos com cor presentes em alimentos do que a análise química (FRANCIS, 1983).

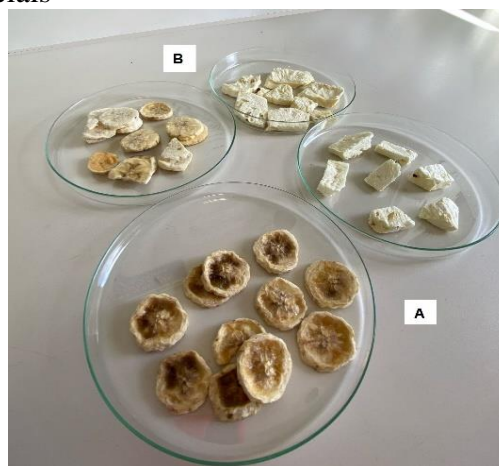
Este trabalho teve por objetivo realizar o ensaio de secagem de banana e abacaxi utilizando a técnica de liofilização, caracterizar as amostras in natura, comercial e secos por liofilização em aula, fazer uma análise estatística com relação ao conteúdo de umidade e a cor e ainda se objetivou a comparação destes

resultados com resultados encontrados na literatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias-primas empregadas no procedimento de liofilização foram bananas e abacaxis adquiridos em comércio local, assim como amostras comerciais liofilizadas da marca Primea de ambos os frutos conforme a Figura 1.

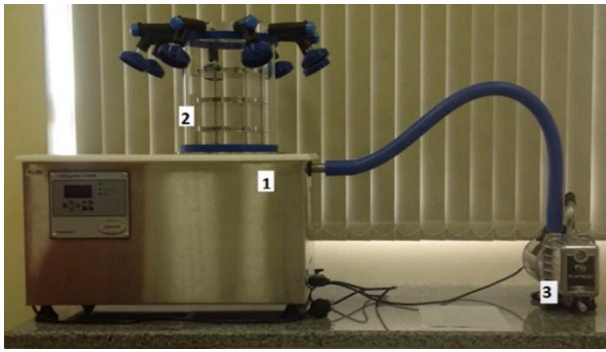
Figura 1: Amostras liofilizadas: A- matérias primas do laboratório e B- matérias primas comerciais



Fonte: Autoras (2022)

Inicialmente as amostras foram submetidas a higienização com hipoclorito de sódio, lavadas em água, cortadas em formas de chips e passadas por um pré tratamento usando uma solução de metabissulfito de sódio a uma concentração de 0,5%, durante aproximadamente 2 minutos. Posteriormente as amostras passaram por um processo de congelamento a uma temperatura de -20°C durante 24 horas e por fim foram liofilizadas a 50°C por aproximadamente 24 horas. A Figura 2 representa o liofilizador utilizado no procedimento experimental, sendo este composto por: (1) câmara de secagem, (2) porta amostra, (3) bomba de vácuo.

Figura 2: Equipamento utilizado no processo de liofilização



Fonte: Rosa (2021)

Para a caracterização foram analisadas amostras de banana e abacaxi *in natura*, comerciais e liofilizadas sem pré-tratamentos. Essa caracterização foi realizada através da umidade das amostras, pelo processo feito em estufa a uma temperatura de 105°C durante 24 horas e também utilizando a análise colorimétrica por intermédio do sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminação) do aplicativo de análise de cor.

Metodologia de Cálculo

Para o cálculo da umidade em base úmida, utilizou-se a Equação 1.

$$U_{B,U} = \frac{M_u - M_s}{M_u} \cdot 100 \quad (1)$$

onde, $U_{B,U}$ (%) é a umidade em base úmida e M_u e M_s (g) são as massas da amostra úmida e a da amostra seca.

O cálculo para a coloração foi obtido através da Equação 2.

$$E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

onde, E é a coloração, a^* é a coordenada de cromaticidade próxima ao amarelo/ azul, e b^* é a coordenada de cromaticidade próxima ao vermelho/ verde.

A diferença de coloração total entre as amostras foi obtida através da equação 3.

$$\Delta E = E_{\text{amostra}} - E_{\text{in natura}} \quad (3)$$

onde, E é a diferença total de colorações, E é a colorações comerciais e liofilizada com tratamento e $E_{\text{in natura}}$ Colorações das amostras *in natura*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de umidade em base úmida e seca das amostras podem ser observados nas Tabelas 1, o qual representam as amostras de banana e abacaxi respectivamente.

Tabela 1: Teor de umidade para amostra de bananas

	Banana	Abacaxi
Amostra	$U_{B,U}$ (%)	$U_{B,U}$ (%)
<i>in natura</i> (LUNARDI, ROSA, 2015)	71,8±0,1	86,8±0,1
Liof. Laboratorial	9,98±0,32	11,22±0,84
Liof. comercial	4,48±0,02	6,88±0,07

Fonte: Autoras (2022)

Através da análise da Tabela 1 pode-se observar que amostras que receberam o tratamento de liofilização obtiveram uma redução da umidade em relação às amostras *in natura* do estudo de Lunardi, Rosa (2015), evidenciando que o tratamento foi bem-sucedido. Para Ramos *et al.* (2008) o teor de umidade encontrado no abacaxi *in natura* foi aproximadamente 86,5 % e após o processo de liofilização a umidade presente na fruta decaiu para 20,67%, já Lima *et al.* (2012) verificou um teor 77,1% para as bananas *in natura* e 19,02% para liofilizadas.

Segundo Oliveira (2021) vegetais e frutas comerciais liofilizadas devem conter no máximo uma umidade percentual de 12% apresentando uma proteção contra deterioração por microrganismos.

As análises colorimétricas para as diferentes amostras de banana e abacaxi foi realizada através do aplicativo, análise de cor (*Lab Tools*), onde os parâmetros a^* , b^* e L^* foram extraídos dele. Isso pode ser observadas nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

Tabela 2: Análise colorimétrica da banana

Amostra	L*	a*	b*
<i>in natura</i>	68,83 ^b ±3,54	-0,15 ^a ±1,5	13,44 ^a ±3,23
Liof. Lab.	33,2 ^a ±16,75	7,7 ^b ±5,16	19,58 ^a ±12,78
Liof. Comercial	44,8 ^a ±14,08	4,56 ^{ab} ±5,88	21,56 ^a ±9,85

Fonte: Autoras (2022)

Na Tabela 2, através dos dados apresentados pode-se verificar a variação de “a*”, isto é, uma alteração na intensidade da cor vermelha, enquanto a variável “b*” positiva indica a predominância da cor amarela, variando dentro do espectro esperado ao compararmos com LUNARDI, ROSA. (2015), assim como a luminosidade em 72,4 de amostras *in natura* deste mesmo estudo.

Segundo Monteiro (2014), há diminuição da luminosidade das amostras liofilizadas em comparação a *in natura*, assim como no presente trabalho.

Tabela 3: Análise colorimétrica do abacaxi

Amostra	L*	a*	b*
<i>in natura</i>	65,75 ^a ±3,1	-3,85 ^b ±1,6	36,89 ^b ±4,66
Liof. Lab.	60,26 ^a ±7,83	-0,75 ^a ±1,75	16,26 ^a ±15,63
Liof. Comercial	62,16 ^a ±6,31	-1,21 ^a ±2,2	10,59 ^a ±9,43

Fonte: Autoras (2022)

Na Tabela 3, pode-se notar a predominância da cor amarela através dos valores de “b*”, enquanto a variável “a*”, indica uma leve dominância da cor verde sobre tons de vermelho. Observa-se que houve uma pequena variação da luminosidade em relação ao estudo de LUNARDI, ROSA (2005), apresentando resultados próximos ao valor de referência de 66,2, não havendo uma diferença estatística significativa aos valores encontrados na literatura de amostras liofilizadas.

Quanto aos comportamentos de luminosidade da banana e do abacaxi, MARQUES (2008) descreve ensaios para Papaya e Goiaba que sugerem que o aumento da cor vermelha (aumento de a*) vem aliado à

diminuição na mesma proporção da luminosidade e vice-versa.

A diferença total na coloração das amostras de banana e abacaxi pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4: Diferença de coloração das amostras

Tipo	Banana	Abacaxi
Amostra	ΔE	ΔE
Comercial	18,70	10,30
Liofilizada Laboratorial	31,12	8,73

Fonte: Autoras (2022)

Na Tabela 4 vemos a variação total de cor, como uma média entre a luminosidade (L*), variação do vermelho/verde (a*) e amarelo/azul (b*). Quanto maior o ΔE , maior a diferença total de cor do produto processado em relação ao natural e, segundo MARQUES (2008), valores de $\Delta E > 1$ tornam a alteração de cor perceptível ao olho humano.

CONCLUSÃO

As umidades encontradas para amostras de banana e abacaxi laboratorial foram respectivamente de 9,88% e 11,22%, já as amostras comerciais obteve-se 4,48% para banana e 6,88% para o abacaxi.

Por intermédio deste estudo fica evidente que o método de liofilização é eficaz na prevenção da deterioração de produtos alimentícios, como chips ou *snacks* de banana e o abacaxi. Verificou-se também uma maior predominância da cor amarela nos alimentos mesmo após a liofilização, o aumento da cor vermelha e queda da luminosidade. Dessa forma, é uma técnica bastante efetiva para retirada de moléculas de água e para preservação das propriedades nutritivas e organolépticas.

NOMENCLATURA

Sigla	Descrição	Dimensão
a*	Coordenada vermelho/verde	Adimensional

	Coordenada	
b^*	amarelo/azul	Adimensional
L^*	Luminosidade	Adimensional
M_u	Massa amostra úmida	[M]
M_s	Massa amostra seca	[M]

REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. D. J. “Freeze drying of biological materials”, *Drying Technology*, pp. 891-925, 1991.
- BOBBIO, F.O; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo, 1992.
- BOSS, E. A. Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel. 2004. Tese (Doutorado). Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, São Paulo, 2004.
- FRANCIS, F.J. **Colorimetry of foods**. In: Peleg, M.; Bagley, E.B. *Physical properties of foods*. Westport: TheAviPublishingCompany, 1983. p. 105-123.
- GARCIA, L. P. **Liofilização aplicada a alimentos**. 2009. 45p. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2009.
- HAMMAMI, C., AND RENÉ, F. (1997), “Determination of Freeze-drying Process Variables for Strawberries”, *International Journal Of Food Science & Technology*, 32: 133-154.
- LIMA, A. Et al. Avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012, Palmas. Anais do VII CONNEPI. Palmas, Tocantins, 2012. p.1-5. Disponível em:<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2062/2876>. Acesso em: 24 Jun. 2022.
- LUNARDI, H. G.S, ROSA. Estudo da Influência da Liofilização nos Parâmetros de cor de Frutas Tropicais. In: **Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados-ENEMP**, 2015, São Carlos-SP, 6 p. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/enemp2015/SE-688.pdf>. Acesso em: 23 Jun. 2022.
- MARQUES, L. G. **Liofilização de Frutas Tropicais**. 2008. 293 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Química)- Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, São Carlos-SP, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3870/2148.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 24 Jun. 2022.
- MONTEIRO, R. L. **Secagem de Banana (Var. Prata) em Campo de Micro-Ondas com Vácuo Contínuo ou Intermitente**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis-SC, 2014. Disponível em:<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129096/328009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 Jun.2022
- MUJUMDAR, A.S. Research and Developments in Drying: Recent Trends and Future Prospects. **Drying Technology**. v.22, p. 1-26, 2004.
- OLIVEIRA, N. **Liofilização como método de conservação aplicada a produtos de origem vegetal: uma revisão bibliográfica**. 2021. 37p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2021. Disponível em:https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61684/3/2021_tcc_njcoliveira.pdf. Acesso em: 24 Jun. 2022.
- RAMOS. *Et al*. Efeito do Tipo de Embalagem e do Tempo de Armazenamento nas Qualidades Físico-Química e Microbiológica de Abacaxi Desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.254-269, 2008. Disponível em:<http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/629>. Acesso em: 24 Jun. 2022.

TERRONI HC, DE JESUS JM, ARTUZO LT,
VENTURA LV, SANTOS RF,
DAMYBENEDETTI P. Liofilização. Rev
Cient Unilago, v.1, p.271-284, 2011. Yurdugül,
S. (2008) **''An evaluation of the retention of
quality characteristics in fresh and freeze-
dried alpine strawberries''**, International
Journal Of Food Science & Technology, 43 (5):
865-870.