

Estabilidade de morango (*Fragaria L.*) liofilizado e armazenado a vácuo

Stability of freeze-dried and stored vacuum strawberry (*Fragaria L.*)

Bruna da Fonseca Antunes¹, Andressa Carolina Jacques², Fernanda Moreira Oliveira³,
Raquel Moreira Oliveira⁴, Ana Paula Manera⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi quantificar os compostos bioativos e características físico-químicas de morangos (*Fragaria L.*) *in natura* e liofilizados e avaliar sua estabilidade frente ao armazenamento a vácuo por quinze e trinta dias. O processo de liofilização foi feito sob condições controladas e o armazenamento feito em filme de polipropileno a vácuo em temperatura ambiente. Posteriormente foram avaliadas suas características físico - químicas utilizando metodologias oficiais (sólidos solúveis, pH, acidez titulável e umidade), assim como os compostos bioativos: fenóis, antocianinas e carotenóides totais, todos espectrofotometricamente. A liofilização acarretou pequenas alterações nas características físico - químicas dos morangos, e a redução de umidade proporcionou uma adequada vida-de-prateleira ao produto liofilizado. Em relação aos compostos bioativos houve um aumento de fenóis e antocianinas até o 15º dia de armazenamento e o conteúdo de carotenóides foi maior no morango liofilizado se comparado com a fruta *in natura*, permanecendo durante o período de armazenamento estudado. Assim pode-se verificar que o método liofilização é um processo viável para morangos inteiros com manutenção dos seus compostos bioativos durante o armazenamento a vácuo.

Palavras chave: composição físico-química, compostos bioativos, conservação.

Abstract

The objective of this study was to quantify the bioactive compounds and physico-chemical present in strawberries in natura and lyophilized and evaluate front storage stability vacuum for fifteen and thirty days. The lyophilization process was done under controlled conditions and storage in vacuum polypropylene film and ambient temperature. Subsequently evaluated their physical - chemical (soluble solids, pH, titratable acidity and moisture) as well as the antioxidant compounds: phenols, anthocyanins and carotenoids. Lyophilization led to small changes in the physico-chemical characteristics of the product and moisture reduction provided a shelf life greater than lyophilized product. With regard to bioactive compounds increased by phenols and anthocyanins until the 15th day of storage, and the content of carotenoids was higher in lyophilized strawberry compared to the fresh fruit, remaining during the studied storage period. Thus it can be seen that the method lyophilization it is a viable process for whole strawberries with good maintenance of its antioxidant compounds during vacuum storage.

Keywords: physico-chemical composition, bioactive compounds, conservation.

Introdução

O morango (*Fragaria L.*) é a espécie das pequenas frutas de maior expressão econômica, produzido e apreciado em diferentes regiões do mundo em função da sua riqueza nutricional, benefícios a saúde e por seu sabor agradável (OLIVEIRA et al., 2005), sendo o Brasil responsável pela produção de 3200.00 toneladas em 2013 (FAOSTAT, 2016).

O morango destaca-se devido a sua composição química com compostos com atividade antioxidante, como fenóis (especialmente as antocianinas) e carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993; ODRIOZOLA-SERRANO et al., 2010; GIAMPIERI et al., 2012). Os benefícios do consumo de morango incluem prevenção de doenças cardiovasculares, câncer, inflamações, envelhecimento precoce e diabetes (KUSKOSKI et al., 2006; PINTO et al., 2010; AIYER et al, 2012; FREIRE et al.,2013; RODRIGUEZ-MATEOS et al., 2013).

O consumo de morango *in natura* é a forma mais adequada para aproveitamento de suas propriedades, no entanto, a disponibilidade dessa fruta é limitada pela produção sazonal e alta perecibilidade associados ao elevado teor de água. Neste sentido, morangos podem ser processados por congelamento, métodos de desidratação e consumidos em diversas formas - como suco, geleia ou frutos desidratados (MOSQUERA et al., 2012). Nesses produtos a perda de qualidade é diretamente proporcional a temperatura e tempo ao qual o produto é exposto no processamento e comercialização (MOTA, 2006).

Um tipo de desidratação de frutos que tem se destacado é a liofilização - também chamada de criodesidratação, que ocorre por sublimação. Em comparação com outras técnicas de desidratação, tem como principal vantagem a manutenção de grande parte das propriedades da fruta *in natura*, pela utilização de baixas temperaturas (HAMMAMI & RENÉ, 1997), contudo, como outros processos que envolvem retirada de água se faz necessário um armazenamento adequado para mantimento das propriedades do fruto.

Diante do exposto, objetivou-se liofilizar morangos inteiros, caracterizar quanto às características físico-químicas e quantificar os compostos bioativos presentes na fruta *in natura* e liofilizada; e verificar a conservação destes compostos após 15 e 30 dias de armazenamento sob o vácuo.

Material e Métodos

Morangos (*Fragaria L.*) da variedade Tudla foram obtidos de um produtor da cidade de Dom Pedrito - RS (31°0'21.107"S e 54°39'15.25"O), safra 2013, sendo mantidos sob congelamento até o momento das avaliações que foram realizadas no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal da Universidade Federal do Pampa, Bagé - RS. As avaliações foram realizadas nos morangos *in natura* e após a liofilização, assim como nos frutos liofilizados e armazenados durante quinze e trinta dias.

Liofilização

Para liofilização os morangos inteiros foram congelados e após liofilizados por 24 horas, em liofilizador da marca Liotop, modelo L101 com temperatura de trabalho de -55°C. Posteriormente, foram embalados em embalagens de polipropileno a vácuo e armazenados em temperatura ambiente.

Caracterização físico-química

Foram avaliados os sólidos solúveis através de refratômetro Abbé, pH com pHmetro digital, acidez total titulável por titulação com solução de NaOH 0,1N e teor de umidade por método de secagem em estufa. Todos feitos através de metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz (2008) e os resultados expressos em base seca.

Compostos bioativos

Compostos fenólicos totais foram avaliados com espectrofotômetro de acordo com método descrito por Singleton & Rossi (1965) e quantificados através de construção de curva padrão de ácido gálico. Antocianinas totais foram avaliadas conforme Lees & Francis (1972) e carotenoides totais de acordo com Roriguez-Amaya (2001), ambos espectrofotométricamente com quantificação conforme descrição dos autores.

Análise estatística

Todos os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e quatro tratamentos (*in natura*, liofilizado, com quinze e trinta dias de armazenamento). Os resultados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, à homocedasticidade pelo teste de Hartley e a independência dos resíduos foi verificada graficamente. Posteriormente foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), e as médias sujeitas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e foi realizada regressão, com uso de *software* estatístico.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, pode-se observar que os sólidos solúveis diferiram entre todos os tratamentos, aumentando com a liofilização e até o 15º dia de armazenamento, com decréscimo no 30º dia de armazenamento. O aumento do teor de sólidos solúveis totais é um indicativo do fator de qualidade dos frutos quanto ao sabor. Segundo Pereira (2009), o teor de sólidos solúveis totais (SST) indica sobre a quantidade de açúcares que estão presentes nos frutos conforme aumenta o estágio de maturação. Pereira et al. (2006), constataram a diminuição dos sólidos solúveis no tomate em pó, onde atribuíram o ocorrido ao aumento de umidade nas amostras ou a degradação e/ou transformação dos açúcares redutores em outros açúcares durante armazenamento.

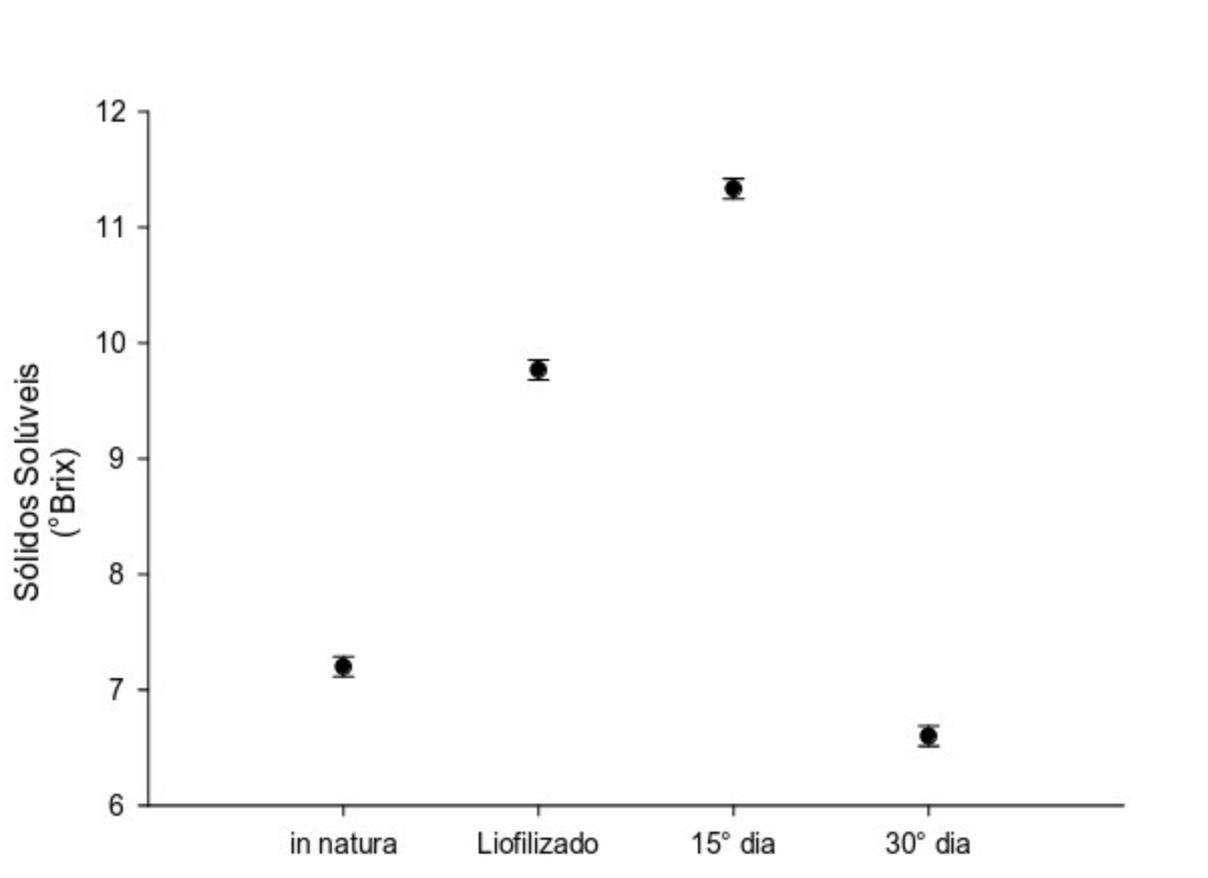


Figura 1. Média dos resultados obtidos para sólidos solúveis.

Os resultados obtidos para o pH (Figura 2) demonstram que houve um aumento com o processo de liofilização do morango ao compará-lo ao produto *in natura*. Françoise

et al. (2009), encontraram valores de pH próximos a 3,5 para morangos liofilizados, resultados estes, superiores aos encontrados nesse trabalho. Alguns fatores que podem influenciar nos valores de pH são o estágio de maturação, a variedade do morango e o clima. O aumento do pH pelos processos de desidratação por liofilização pode ocorrer devido a perda de compostos voláteis durante o processo (CORREA et al., 2011). Os resultados apresentados são próximos aos obtidos por Campo (2012), que avaliou o pH e sólidos solúveis totais no sistema de produção convencional de morangos, obteve os valores de 3,31 para pH e 6,9°Brix para sólidos solúveis.

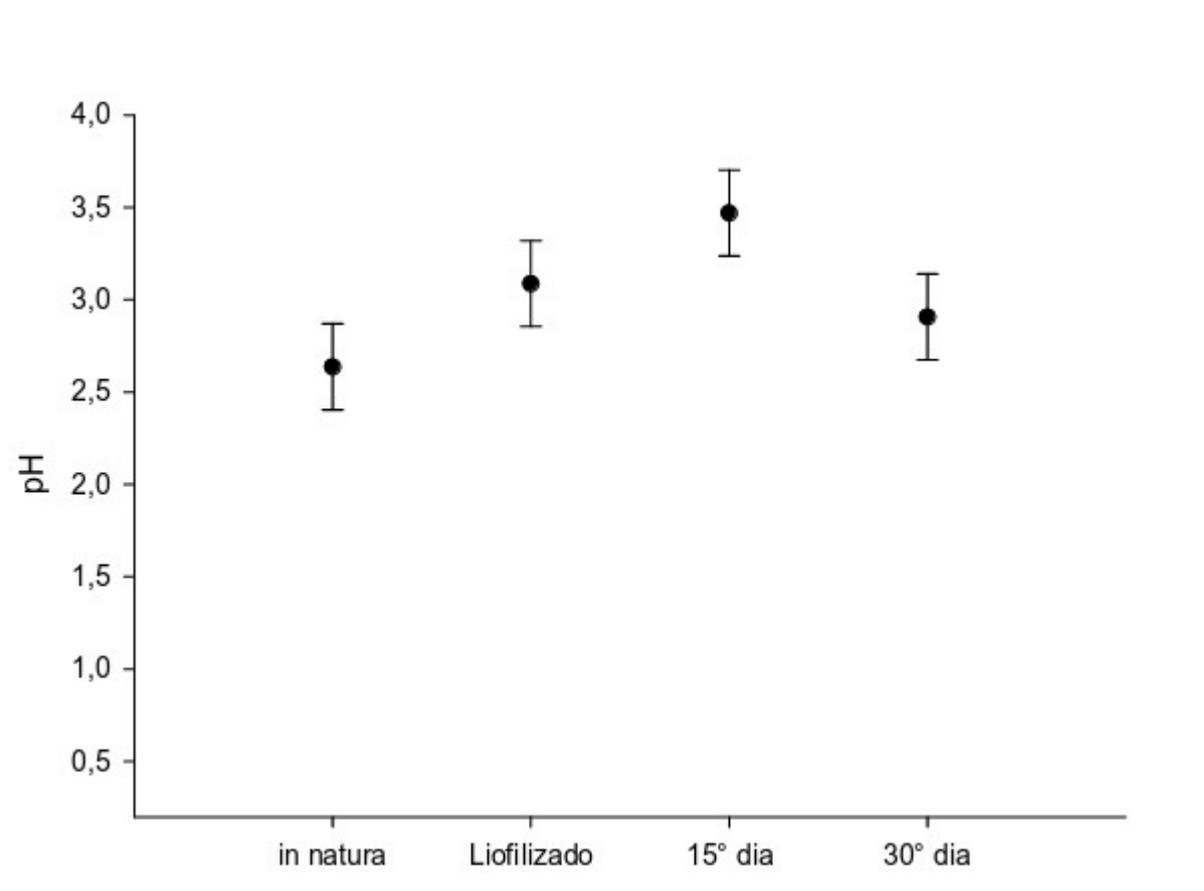


Figura 2. Média dos resultados obtidos para pH.

Com relação a acidez total titulável, observa-se que houve aumento com a liofilização até o 15º dia de armazenamento, mas não houve diferença entre o 15º e o 30º dia. Segundo Calegari et al. (2002) o aumento na acidez deve ser consequência da

síntese de ácidos orgânicos e da perda de água sofrida pelos frutos, o que não foi observado neste estudo a partir do 15° dia de armazenamento.

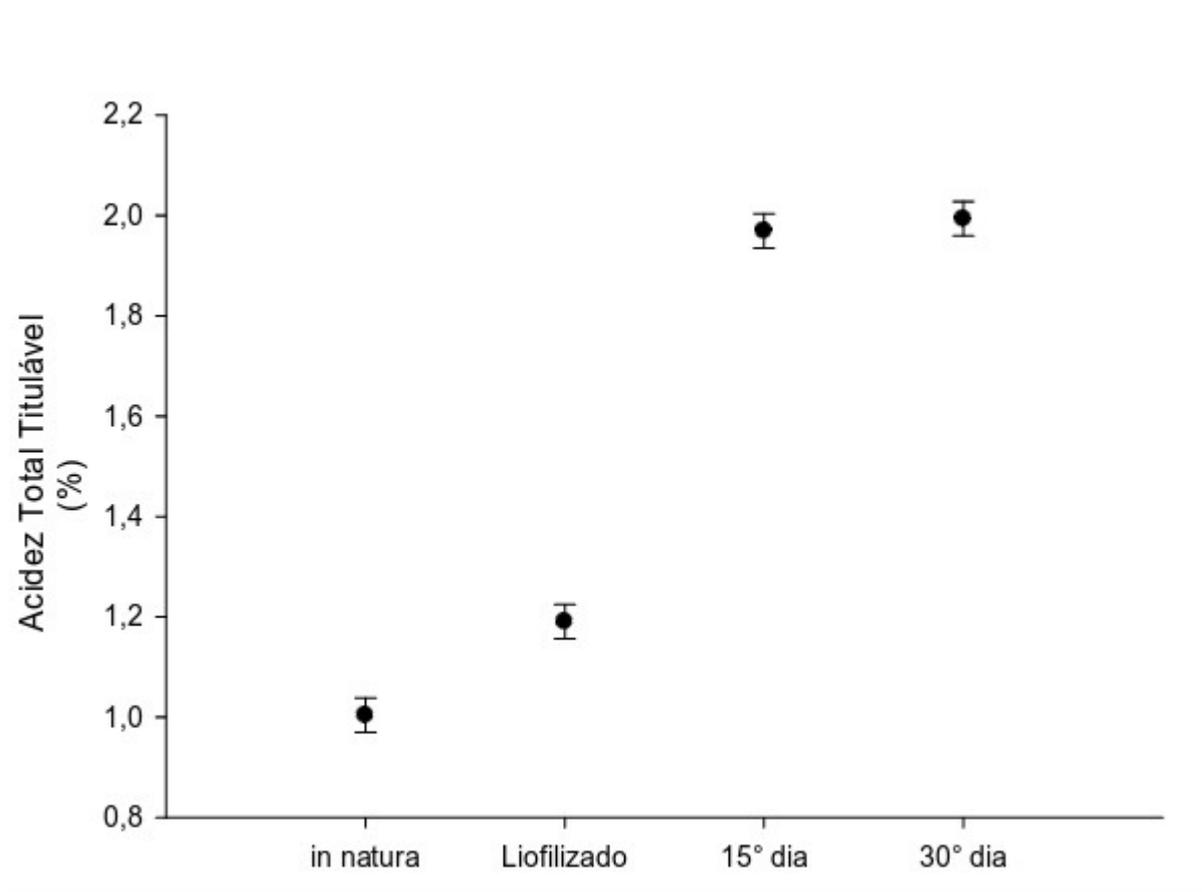


Figura 3. Média dos resultados obtidos para acidez total titulável.

Na Tabela 1, verifica-se que os morangos *in natura* apresentaram umidade inicial de 90,81%, diminuindo para 29,03% após liofilização, apresentando diferença significativa ao nível de 5%, como já era esperado, tendo em vista que no processo de liofilização ocorre a desidratação do produto. O conteúdo de umidade do produto determina o tempo de conservação de acordo com o ambiente em que está armazenado (MACAN, 2013). A determinação da umidade é muito importante nas análises de alimentos, pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar o armazenamento, embalagens e o processo.

Tabela 1. Resultado da determinação de umidade do morango *in natura* e liofilizado.

Análise	Fruta In natura	Fruta Liofilizada
Umidade (%)	90,81 ± 0,6 ^{1/a2/}	29,03 ± 9,5 ^b

^{1/}Médias de três repetições ± estimativa de desvio padrão. ^{2/} Letras iguais indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre morango *in natura* e liofilizado.

Com relação aos resultados obtidos para compostos fenólicos totais, pode-se observar na Figura 4 que não houve diferença significativa entre morango liofilizado (1º dia) e *in natura*, possivelmente porque na liofilização se utilizam baixas temperaturas, reduzindo a possibilidade de perdas, porém no 15º dia de armazenamento verifica-se que ocorreu um aumento no teor dos compostos, atingindo valores superiores a 4000 mg de ácido gálico. 100 g⁻¹ de morango, seguido de uma pequena diminuição no 30º dia de armazenamento. O aumento destes compostos durante o primeiro período de armazenamento indicam sua síntese, como resultado da combinação de precursores derivados da via do chiquimato e da via do acetato (PINELI, 2009; WINKEL-SHIRLEY, 2001).

Venceslau (2013) também observou comportamento irregular dos polifenóis em polpa e casca de goiabas armazenadas com o uso de polietileno a vácuo, ocorrendo elevação e redução durante o período de armazenamento sob vácuo, assim como Bajčkan et al. (2013), que observou que fenólicos totais em milho super doce aumentaram no primeiro mês, diminuindo nos meses posteriores de armazenamento (6º, 9º e 10º mês). Nesses trabalhos além de vácuo foi utilizado congelamento, sendo que Bajčkan et al. (2013) atribuiu a elevação de fenóis no primeiro mês de armazenamento, à perda de água durante o armazenamento congelado. Segundo Arvanitoyannis & Bosnea (2004), embalagens de polietileno (baixa ou alta densidade) e polipropileno constituem barreiras ruins para gases, o que sugere que a oxidação de fenóis pode ser um motivo da perda destes compostos no fim do armazenamento. Observa-se que são escassos os dados de avaliação de compostos fenólicos para frutas liofilizadas, armazenadas a vácuo e temperatura ambiente.

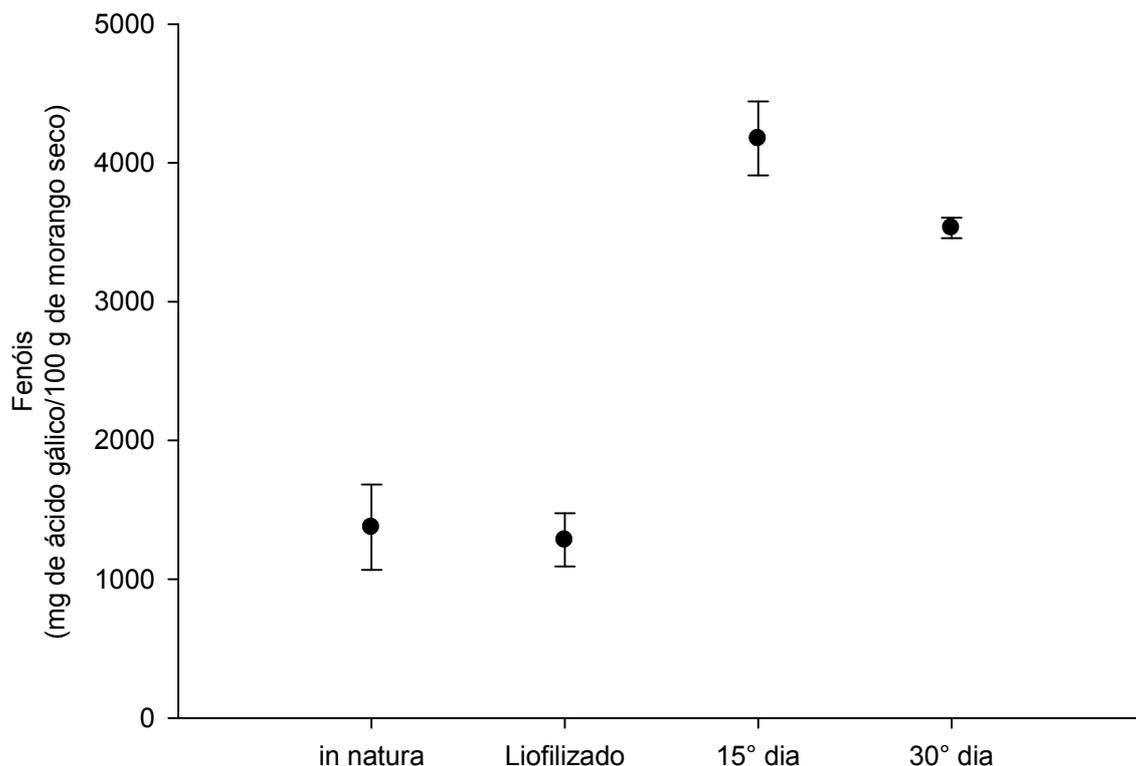


Figura 4. Média dos resultados obtidos para compostos fenólicos totais quantificados como ácido gálico.

O mesmo comportamento dos compostos fenólicos com relação ao armazenamento foi observado nos compostos antociânicos (Figura 5), que dentre os compostos fenólicos são os responsáveis pela coloração nos morangos, assim como os carotenoides. O aumento de antocianinas até o 15° dia de armazenamento, como ocorrido para fenóis, também indica sua síntese como resultado da combinação de precursores derivados da via do chiquimato e da via do acetato (PINELI, 2009; WINKEL-SHIRLEY, 2001). Nota-se também que processo de liofilização não influenciou no conteúdo de antocianinas do morango, apenas após seu armazenamento, com aumento significativo até o 15° dia e posterior redução no 30° dia.

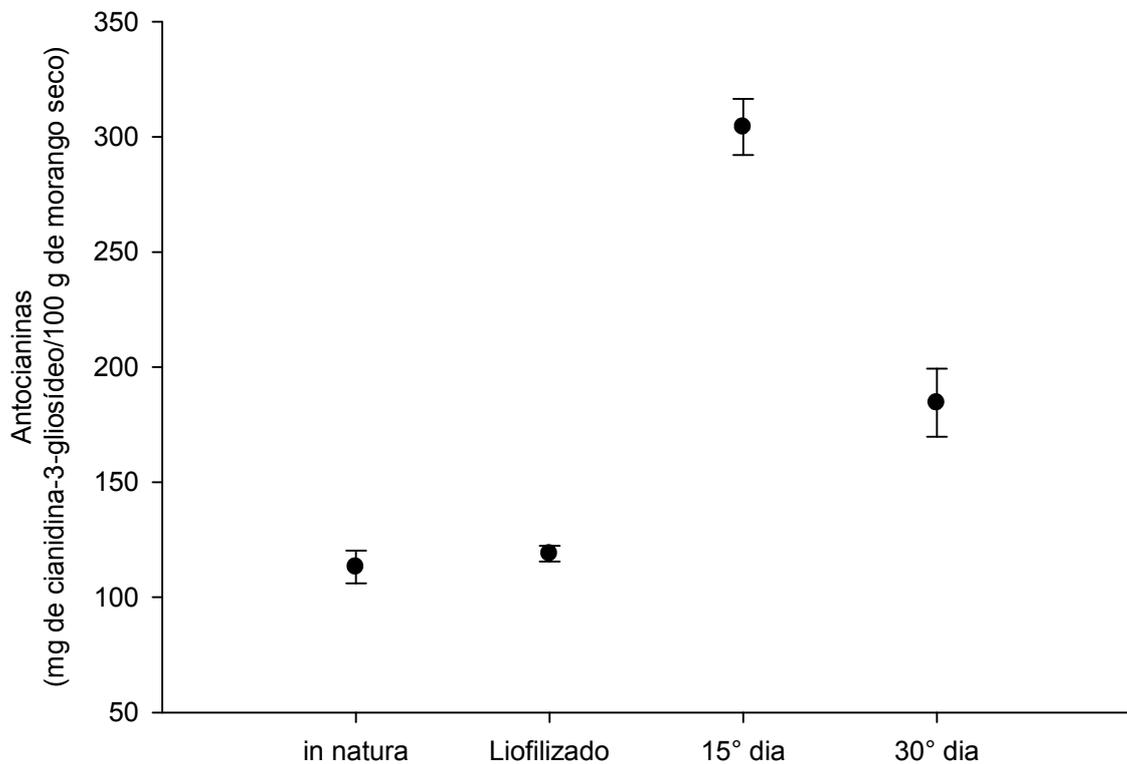


Figura 5. Média dos resultados obtidos para as antocianinas.

Para carotenoides (Figura 6), verifica-se que houve diferença significativa do morango *in natura* para os demais tratamentos, sendo que ocorreu um aumento na concentração de carotenoides após a liofilização, mantendo-se praticamente constante nos períodos de armazenamento. De acordo com Meléndez-Martínez et al. (2004) vários fatores podem influenciar nas variações dos teores de carotenoides, como calor, ácidos, luz, oxigênio e enzimas, como lipoxigenases, provocando a alteração nos carotenoides, resultando em formação de isômeros cis, epóxidos, diminuição da cor, perda de atividade pró-vitamina A e quebra da cadeia com formação de apocarotenoides (carotenoides com menos de 40 átomos de carbono).

Sitthitrai et al. (2015) observou redução progressiva dos carotenoides luteína e zeaxantina em milho super doce durante o armazenamento. Como a embalagem de polipropileno não é uma boa proteção contra o oxigênio, isso pode ser devido à

degradação oxidativa provocar grandes perdas dos carotenoides, que depende de: disponibilidade de oxigênio, estimulação pela luz, enzimas, metais e co-oxidação com hidroperóxidos lipídicos.

Sendo o menor tempo de armazenamento uma alternativa para se evitar perdas destes compostos bioativos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

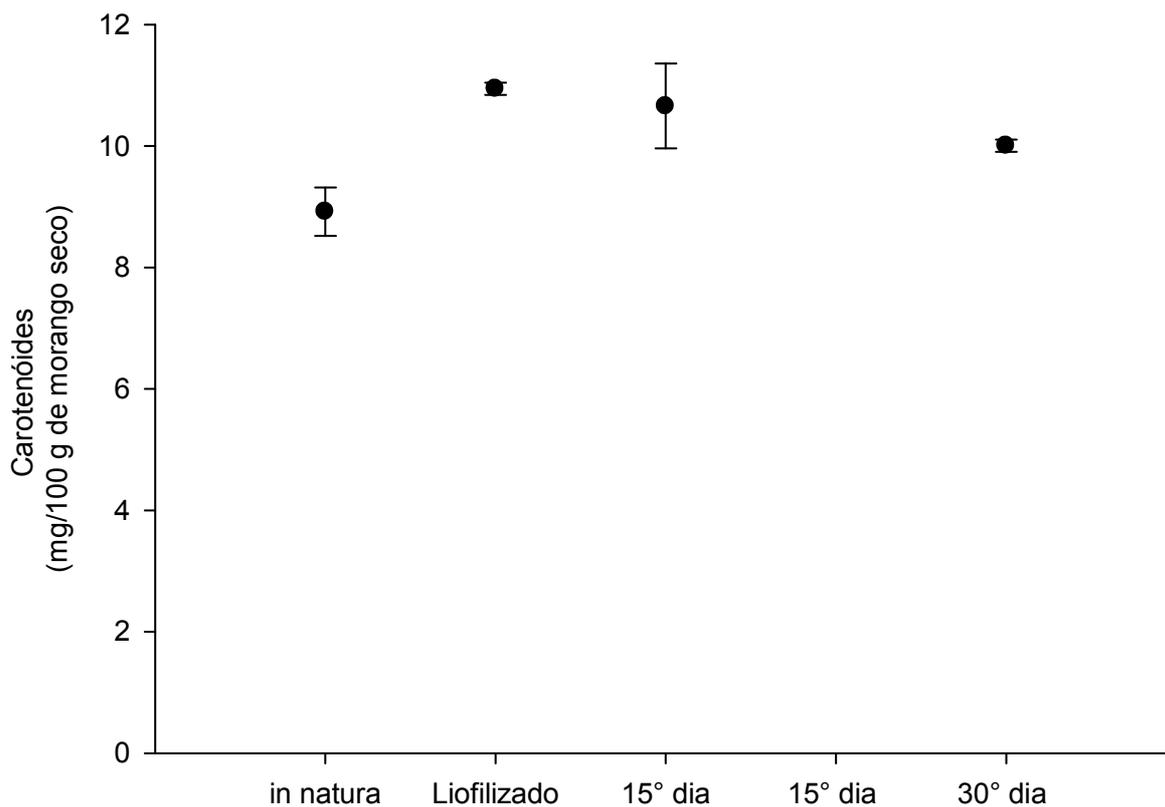


Figura 6. Média dos resultados obtidos para os carotenoides.

Conclusões

O método de liofilização é um processo de conservação viável para obtenção de morangos inteiros desidratados, pois acarretou pequenas mudanças nas características físico - químicas do produto sendo que a redução da umidade proporcionou uma maior estabilidade dos compostos.

Para os compostos bioativos investigados neste trabalho, não houve perdas significativas nas suas concentrações após o processo de liofilização, quando comparado com a fruta *in natura*, sendo a liofilização uma alternativa viável para evitar essas perdas.

Referências

AIYER, H. S.; WARRI, A. M.; WOOD, D. R.; HILAKIVI-CLARKE, L.; CLARKE, R. Influence of berry polyphenols on receptor signaling and cell-death pathways: Implications for breast cancer prevention. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, p.5693-5708, 2012.

ARVANITOYANNIS, I. S., BOSNEA L. Migration of Substances from Food Packaging Materials to Foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, n.2, p.63-76, 2004.

BAJČAN, D.; TOMÁŠ, J.; UHLÍŘOVÁ, G.; ÁRVAY, J.; TREBICHALSKÝ, P.; STANOVIČ, .; R.; ŠIMANSKÝ; V. Antioxidant potential of spinach, peas, and sweetcorn in relation to freezing period. **Czech Journal of Food Sciences**, v.6, p.613-618, 2013.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.27, n.8, 2002.

CAMPO, C. **Desidratação osmótica de morangos cv. Aromas**. 2012. 45 f. Monografia (Tecnologia em Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, RS.

CORREA, S. C.; CLERICI, M. T. P. S.; GARCIA, J. S.; FERREIRA, E. B.; EBERLIN, M. N.; AZEVEDO, L. Evaluation of dehydrated marolo (*Annonacassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, n.44, p.2385-2390, 2011.

FAOSTAT: FAO Statistical Databases. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 27 jun. 2016.

FRANÇOISE, K. A.; KABLAN, T.; KAMENAN, A.; LAGAÚDE, A. Rheological and Biochemical Properties of Acidified Milk / Pectin Co-Gels. **European Journal of Scientific Research**, v.25, n.4, p.584-596, 2009.

FREIRE, J. M.; DE ABREU, C. M. P.; ROCHA, D. A.; CORRÊA, A. D.; MARQUES, N. R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, vol.43, n.12, p.2291-2295, 2013.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, v.28, p.9-19, 2012.

HAMMAMI, C.; RENÉ, F. Determination of freeze-drying process variables for strawberries. **Journal of Food Engineering**, v.32, p.133-154, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos-físicos para análises de alimentos**. São Paulo. 4º. ed. Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in Cranberries. **Hortiscience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

MACAN, L. R. **Avaliação físico-química comparativa do morango (Albion), desidratado pelos métodos de secagem e liofilização**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, SC.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importância nutricional de los pigmentos carotenóides. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**, Caracas, v. 54, n. 2, p. 149-155, 2004.

MOSQUERA, L. H.; MORAGA, G.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Critical water activity and critical water content of freeze-dried strawberry powder as affected by maltodextrin and arabic gum. **Food Research International**, v.47, n. 2, p. 201-206, 2012.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.26, n.3, p.539-543, 2006.

ODRIOZOLA-SERRANO, I.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. As mudanças na composição bioativa de morangos frescos de corte armazenados sob oxigênio sobreatmosférica, baixo teor de oxigênio ou atmosferas passivas. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, p. 37-43, 2010.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, v.108, p.35-38, 2005.

PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Biologia e Ciência da Terra**, v.6, n.1, 2006.

PEREIRA, W. R. **Produtividade e Qualidade de frutos de cultivares de morango em diferentes épocas de plantio**. 2009. 59f Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

PINELI, L. L. O. **Qualidade e potencial antioxidante *in vitro* de morangos *in natura* e submetidos**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília.

PINTO, S.; DE CARVALHO, J. E.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; SHETTY, K. Evaluation of antiproliferative, anti-type 2 diabetes, and antihypertension potentials of ellagitannins from strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) using *in vitro* models. **Journal of Medicinal Food**, v.13, p.1027-1035, 2010.

RODRIGUES-AMAYA, B. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST Press, p.64, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Nature and distribution of carotenoids in foods**. In **Charalambous G (ed), Shelf-life studies of foods and beverages**. Chemical, biological, physical and nutritional aspects. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1993.

RODRIGUEZ-MATEOS, A.; HEISS, C.; BORGES, G.; CROZIER, A. Berry (poly)phenols and cardiovascular health. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, p.3842-3851, 2013.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. JR. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

SITTHITRAI, K.; KETTHAISONG, D.; LERTRAT, K.; TANGWONGCHAI, R. Bioactive, antioxidant and enzyme activity changes in frozen, cooked, mini, super-sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata* 'Naulthong'). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.44, p.1-9, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Effects of processing and storage on food carotenoids**. In: Sight and Life Newsletter, Basel: Switzerland, v.3, p.25-35, 2002.

SONG, J.; LIU, C.; LI, D.; MENG, L. Effect of cooking methods on total phenolic and carotenoid amounts and DPPH radical scavenging activity of fresh and frozen sweet corn (*Zea mays*) kernels. **Czech Journal of Food Sciences**, v.6, p.607-612.

VENCESLAU, W. C. D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas “Paluma”**. 2013. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

WINKEL-SHIRLEY, B. Flavonoid Biosynthesis. A colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology. **Plant Physiology**, v. 126, p. 485-493, 2001.

