

Extrato Concentrado de Carotenoides Obtido da Fibra do Pedúnculo do Caju: Estabilidade Durante o Armazenamento Refrigerado (5°C)



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
174**

**Extrato Concentrado de Carotenoides Obtido
da Fibra do Pedúnculo do Caju: Estabilidade
Durante o Armazenamento Refrigerado (5°C)**

Ana Paula Dionísio
Talita de Sousa Goes
Fernando Antônio Pinto de Abreu
Ana Carolina Silva Viana
Andrêssa Maria Medeiros Theóphilo Galvão
Maria do Socorro Rocha Bastos
Maria de Fátima Borges
Dorasilvia Ferreira Pontes

***Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2018***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brígida,
Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial
Ana Elisa Galvão Sidrim

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Arilo Nobre de Oliveira

Foto da capa
Ana Paula Dionísio

1ª edição
On-line (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Extrato concentrado de carotenoides obtido da fibra do pedúnculo do caju: estabilidade durante o armazenamento refrigerado (5° C) / Ana Paula Dionísio... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018.

20 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 174).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Dionísio, Ana Paula. 2. Goes, Talita de Sousa. 3. Abreu, Fernando Antônio Pinto de. 4. Viana, Ana Carolina Silva. 5. Galvão, Andréssa Maria Medeiros Theófilo. 6. Bastos, Maria do Socorro Rocha. 7. Borges, Maria de Fatima. 8. Pontes, Dorasilvia Ferreira. I. *Anacardium occidentale* L. II. Fibras. III. Armazenamento refrigerado. Série.

CDD 664.802852

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo4

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos8

Resultados e Discussão12

Conclusão.....17

Referências18

Extrato Concentrado de Carotenoides Obtido da Fibra do Pedúnculo do Caju: Estabilidade Durante o Armazenamento Refrigerado (5°C)

Ana Paula Dionísio¹

Talita de Sousa Goes²

Fernando Antônio Pinto de Abreu³

Ana Carolina Silva Viana⁴

Andrêssa Maria Medeiros Theóphilo Galvão⁵

Maria do Socorro Rocha Bastos⁶

Maria de Fátima Borges⁷

Dorasilvia Ferreira Pontes⁸

Resumo - O extrato concentrado de carotenoides (ECC) é um produto de intensa coloração amarela, obtido a partir das fibras residuais do processamento do pedúnculo do caju. Dentre as suas possíveis aplicações, destaca-se o seu uso como um corante alimentar, podendo vir a ser um substituto de corantes artificiais que são cada vez menos aceitos pelo consumidor. Porém, o conhecimento de sua estabilidade frente ao armazenamento prolongado faz-se necessário, uma vez que os carotenoides – que são os componentes que conferem cor ao extrato – são reconhecidamente instáveis, podendo vir a sofrer mudanças em sua estrutura (oxidações, polimerizações, etc.), acarretando alterações de sua cor. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a estabilidade do ECC frente ao armazenamento refrigerado (5 °C)

¹ Cientista de alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ana.dionisio@embrapa.br

² Engenheira de alimentos, mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, talitah_goes@hotmail.com

³ Engenheiro de alimentos, doutor em Engenharia de Alimentos, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, fernando.abreu@embrapa.br

⁴ Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, carolv6lima@gmail.com

⁵ Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, dressa.asserdg@gmail.com

⁶ Engenheira de alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, socorro.bastos@embrapa.br

⁷ Farmacêutica, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, maria.fatima@embrapa.br

⁸ Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos, professora titular da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, dora@ufc.br

por um período de 180 dias. O ECC foi obtido por metodologia padrão do Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical, que contempla tratamento enzimático das fibras, seguido de prensagens sequenciais para obtenção de extrato e microfiltração/diafiltração. O extrato obtido foi pasteurizado (85 °C por 30 segundos), envasado a quente em garrafas de vidro âmbar de 200 mL e armazenado a 5 °C. No tempo 0 e a cada 30 dias, as seguintes análises foram realizadas: sólidos solúveis, pH, cor (L^* , a^* e b^*), polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais, potencial zeta e análises microbiológicas. Os resultados indicaram que o ECC não apresentou alterações significativas para os principais parâmetros avaliados, como carotenoides e cor, mantendo a coloração amarela intensa e apresentando-se como seguro, do ponto de vista microbiológico, durante todo o período de armazenamento (180 dias). Porém, após 150 dias de armazenamento, foi verificada uma redução intensa no conteúdo de polifenóis extraíveis totais e uma diminuição significativa de seu potencial zeta, indicando uma instabilidade da emulsão. Esses resultados limitam o uso do ECC, sendo indicado o seu uso por até 150 dias de armazenamento refrigerado (5 °C).

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*, fibras, armazenamento refrigerado.

Carotenoid Concentrated Extract Obtained from Cashew Peduncle Fiber: Stability under Refrigerate Storage (5°C)

Abstract - The concentrated carotenoid extract (ECC) is a product presenting intense yellow color, obtained from the residual fibers of cashew apple processing. Among its various applications, the use as food colorant to replace artificial dyes is promising. However, the knowledge of its stability for the long-term storage is necessary, since the carotenoids - which are the components that confer color to the ECC - are recognized as unstable, being susceptible to changes in their structure (oxidations, polymerizations etc.) altering their color. In this sense, the objective of the present work was to evaluate the stability of the ECC through storage at cold temperature (5°C) for 180 days. The ECC was obtained through standard methodology of the Laboratory of Agroindustrial Processes (Embrapa Agroindústria Tropical), which includes sequential fiber pressings, enzymatic treatment and microfiltration. The obtained extract was then pasteurized (85°C for 30 seconds) and hot packed in 200 mL amber glass bottles and stored at 5°C. The following analysis were done at time 0 and at every 30 days: soluble solids, pH, color (L^* , a^* and b^*), total extractable polyphenols, total carotenoids, zeta potential and microbiological analyses. The results indicated that ECC did not present significant changes, such as in carotenoid contents and color, maintaining an intense yellow color and microbiological safety throughout the storage time. However, there was an intense reduction in extractable polyphenol contents and a significant decrease in its zeta potential after 150 days of storage. These results limit the use of ECC to up to 150 days of refrigerated storage (5 °C).

Keywords: *Anacardium occidentale*, fiber, refrigerate storage.

Introdução

O caju (*Anacardium occidentale*) é considerado uma das principais culturas frutíferas do Nordeste, sendo composto de castanha (“fruto verdadeiro”) e pedúnculo (ou “pseudofruto”). O principal negócio da cajucultura é a comercialização de sua castanha. Do pedúnculo, apenas uma pequena parte de sua produção é aproveitada industrialmente na elaboração de polpas, bebidas, doces, etc. Segundo Lima (2007), o grande desperdício do pedúnculo é devido à concentração da produção em poucos meses do ano (que ocorrem principalmente entre os meses de agosto a novembro), à sua reduzida vida útil e à falta de opções para seu consumo. Adicionalmente ao seu baixo aproveitamento pela indústria, a extração do suco gera aproximadamente 40% de fibras residuais que são geralmente descartadas ou subutilizadas na elaboração de ração animal (Abreu et al., 2013).

O extrato concentrado de carotenoides (ECC) vem sendo estudado na Embrapa Agroindústria Tropical há alguns anos como forma de aproveitamento das fibras residuais da industrialização do pedúnculo do caju, visando à diversificação e agregação de valor ao produto. O ECC é obtido a partir do tratamento enzimático da fibra, seguido de sucessivas prensagens e concentrado por um processo de microfiltração. O produto é uma emulsão composta por carotenoides e água, apresentando uma coloração amarela intensa (Abreu et al., 2013). Essa tonalidade é de grande interesse da indústria de alimentos como um substituto de corantes amarelos artificiais (como tartrazina, por exemplo), os quais são cada vez mais indesejáveis pelo consumidor (Volp et al., 2009). Adicionalmente, além de ser natural e da capacidade de conferir cor ao produto ao qual é adicionado, os carotenoides podem exercer diferentes atividades biológicas (Férrandez-Gárcia et al., 2012), sendo uma outra importante vantagem no seu uso pela indústria de alimentos.

O processo agroindustrial para obtenção de ECC e sua caracterização completa já foram reportadas anteriormente (Abreu et al., 2013). Porém, ainda não foram conduzidos estudos a respeito de sua estabilidade, aspecto fundamental quando se vislumbra uma aplicação comercial do produto. Com relação aos carotenoides, diversos são os relatos a respeito de problemas relacionados a sua instabilidade frente a diferentes condições de processamento e armazenamento. Isso ocorre porque, ao mesmo tempo

em que o sistema de ligações conjugadas confere cor a estes compostos, também os tornam muito suscetíveis à isomerização e oxidação, sendo essas umas das maiores limitações tecnológicas quando consideramos o uso de carotenoides como corante em alimentos (Rodríguez-Amaya, 2016; Guaraldo, 2010; Ghidouche et al., 2013). Além disso, em sistemas heterogêneos – como é o caso do ECC – podem ocorrer interações entre a fase dispersa e o dispersante (Silva, 2014), sendo que a separação dessas fases é outro fator crítico na sua estabilidade.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a estabilidade do extrato concentrado de carotenoides (ECC) obtido da fibra do pedúnculo do caju armazenado por até 180 dias sob refrigeração (5 °C).

Material e Métodos

Matéria-prima

Cajus (*Anacardium occidentale L.*) do clone CCP-76 foram adquiridos no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical em Pacajus, Ceará. Após a remoção da castanha, lavagem e sanitização, os pedúnculos passaram pelo processo de prensagem, utilizando-se prensa do tipo Expeller para remoção do suco. As fibras residuais do processo foram armazenadas sob congelamento (- 20 °C) até o momento do uso para obtenção do extrato concentrado de carotenoides (ECC).

Obtenção do extrato concentrado de carotenoides (ECC)

O processo de obtenção do extrato concentrado de carotenoides (ECC) seguiu o protocolo descrito por Abreu et al. (2013). Inicialmente, as fibras de caju foram misturadas com água (1:1, m/m) e enzima Ultra Pectinex SP-L (500 ppm), permanecendo por 1 hora em repouso a 50 °C em um tacho encamisado. Em seguida, a mistura foi prensada em uma prensa do tipo helicoidal contínua (Incomap 300) por seis ciclos consecutivos, com a incorporação do extrato às fibras em cada ciclo de prensagem. Ao final do sexto ciclo, as fibras foram separadas do extrato e submetidas a mais uma prensagem, em que foi obtida uma suspensão de cor amarela. A suspensão foi pré-filtrada através de uma malha de aço inoxidável de 0,3 mm para remover grandes partículas em suspensão e centrifugada por 5 minutos a

4135 g. O extrato foi então acondicionado em sacos de polietileno, congelado (- 18 °C) e estocado até que fosse realizada a etapa de concentração por microfiltração.

A microfiltração foi realizada em escala de laboratório, utilizando-se um equipamento piloto de bancada com um conjunto de 4 membranas cerâmicas de óxido de alumínio monotubulares em série (MEMBRALOX Pall-Exekia), com área total de filtração de 0,022 m² e diâmetro médio de poro de 0,2 µm. A pressão transmembrana média foi de 2,75 bar, com temperatura controlada a 40 °C (± 2 °C). O processo foi conduzido sempre com o uso do fator de redução volumétrica de 14 (FRV = 14). Terminada a microfiltração, as impurezas hidrossolúveis foram eliminadas por diafiltração e na sequência o ECC obtido foi pasteurizado (85 °C/30 segundos), envasado a quente em garrafas de vidro âmbar com tampa rosqueável de 50 mL e armazenado sob refrigeração (5 °C). O fluxograma do processo para obtenção do ECC encontra-se na Figura 1.

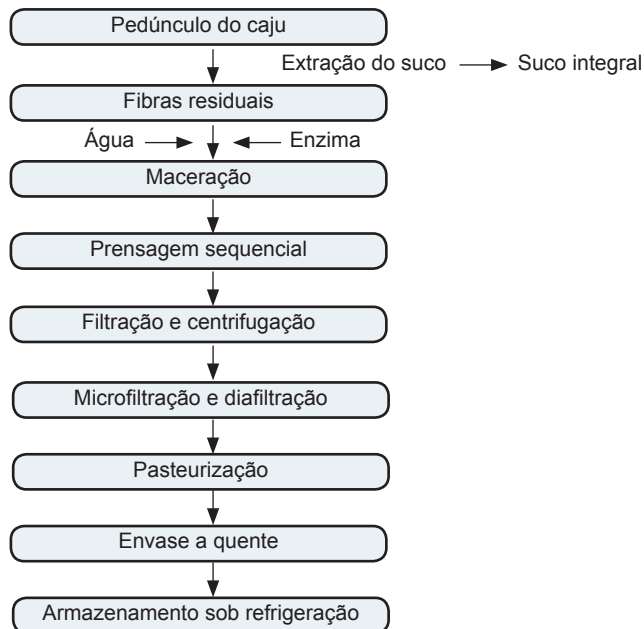


Figura 1. Fluxograma de processamento para obtenção do extrato concentrado de carotenoides (ECC).

Análises químicas, físico-químicas, físicas e microbiológicas

Todas as análises foram realizadas um dia após o processamento térmico (tempo 0) e a cada 30 dias de armazenamento a 5 °C. As análises foram conduzidas até que o ECC não atendesse a algum dos seguintes critérios: perda superior a 30% de carotenoides, alteração significativa de cor, da segurança microbiológica ou do potencial zeta (instabilidade da emulsão). As análises foram realizadas em triplicata.

Sólidos solúveis (SS)

Foram determinados de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (1995), por leitura direta da amostra a 20 °C em refratômetro digital de bancada.

pH

Foi determinado por leitura direta em potenciômetro (Mettler DL 12) com membrana de vidro, aferido com tampões de pH 7 e 4, conforme AOAC (1995).

Cor

Foi realizada a determinação da cor utilizando-se colorímetro de marca MINOLTA modelo CR 300 (parâmetros L*, a* e b*). Os resultados foram expressos por meio do diferencial de cor (ΔE), calculado segundo equação abaixo:

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

Polifenóis extraíveis totais (PET)

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997). Os

resultados foram expressos em miligramas de equivalente ao ácido gálico por 100 gramas do extrato (mg eq AG/100 g).

Carotenoides totais (CT)

Os carotenoides totais foram determinados seguindo-se as recomendações de Rodriguez-Amaya (2001) após extração com acetona e hiflosupercel (celite) e partição com éter de petróleo. Os resultados foram expressos em microgramas de carotenoides totais por grama do extrato ($\mu\text{g/g}$).

Potencial zeta

O potencial zeta foi determinado pela mensuração da mobilidade eletroforética da partícula dispersa em um campo elétrico. Para isso, 100 mL foram diluídos em 5 mL de água deionizada, homogeneizados até a completa dispersão e submetidos à análise para a determinação do potencial zeta (Malvern Nano ZS). A classificação de cada suspensão como estável ou instável seguiu indicação de Lieberman et al. (1989), que considera a suspensão como estável quando possui um valor absoluto maior que 25 mV de potencial zeta.

Análise microbiológica

A qualidade microbiológica do ECC foi avaliada pela determinação de coliformes fecais (MNP/mL) e *E. coli*, contagem de fungos filamentosos e leveduras e detecção de *Salmonella* spp., conforme a metodologia descrita no manual *FDA's Bacteriological Analytical Manual* (Andrews; Jacobson; Hammack, 2014; Feng; Weagant, 2002). O estudo foi realizado com três repetições, cada uma constituída por cinco unidades amostrais.

Análise estatística

Os dados obtidos no período experimental (0 a 180 dias) foram avaliados por análise de regressão, utilizando-se a rotina RSREG do programa estatístico SAS (1996). Com essa ferramenta, além da significância do modelo completo, é testada a contribuição dos coeficientes dos termos lineares, quadráticos puros e da interação.

Resultados e Discussão

Estabilidade físico-química e química

A Tabela 1 apresenta os valores médios das análises físico-químicas e químicas durante 180 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração (5 °C) do extrato concentrado de carotenoides (ECC). Nessa Tabela, também são apresentados o valor p do termo linear, do termo quadrático e do modelo completo para cada variável. Observa-se que, das variáveis analisadas, apenas carotenoides totais (CT) e o parâmetro a^* da cor não apresentaram modelo de regressão significativo (valor p do modelo > 0,05). Observando-se os valores médios de cada tempo de armazenamento apresentados na Tabela 1, fica claro que, durante 180 dias de armazenamento, não houve variação significativa no teor de carotenoides (β -caroteno) e na intensidade da cor amarela relacionada à presença desses carotenoides. O extrato permaneceu com cerca de 50 $\mu\text{g/g}$ do início ao final do período de armazenamento, com variações inferiores a 2%. Alves (2014), avaliando o uso de um extrato de pequi encapsulado, observou que a degradação dos carotenoides foi maior de acordo com o aumento da temperatura de armazenamento dos extratos (5 °C < 25 °C < 40 °C). Porém, mesmo após 100 dias de armazenamento, os autores reportaram perdas de carotenoides inferiores a 10% quando o armazenamento ocorreu a 5 °C. Hojjati et al. (2014), após estudarem a estabilidade de cantaxantina, também microencapsulada e armazenada em três diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C e 45 °C), mostraram que a redução no teor de cantaxantina dependeu da temperatura de armazenamento. Os autores reportam que, ao final de 100 dias de armazenamento, a redução da cantaxantina armazenada a 4 °C foi inferior a 5%. Além disso, a 25 °C ocorreu até 58% de redução, enquanto a 45 °C houve redução total no teor de cantaxantina. No presente trabalho, além da temperatura de armazenamento utilizada para o ECC e o uso de vidro âmbar – que protege os carotenoides da exposição à luz – outro fator que pode ser considerado importante para a estabilidade dos carotenoides foi a presença dos polifenóis, que podem ter atuado como agentes antioxidantes, protegendo os carotenoides ali presentes.

Os parâmetros analíticos que apresentaram modelo de regressão significativo foram também apresentados na forma gráfica (Figura 2), onde se

encontra a equação de ajuste com o respectivo R^2 . Como o termo quadrático das variáveis pH, SS, PET e L^* não foi significativo ($p_{\text{quadr}} > 0,05$, Tabela 1), os dados obtidos para esses parâmetros foram ajustados por um modelo linear. Observa-se que durante o período de armazenamento refrigerado (5 °C) houve uma pequena diminuição do pH (4,24 para 4,12) e um ligeiro aumento nos sólidos solúveis (2,70 para 2,90). Entretanto, essas alterações são tão pequenas que, em termos práticos, pode-se dizer que elas não alteraram a qualidade do ECC durante sua estocagem por 180 dias.

Para os polifenóis extraíveis totais (PET), observou-se uma redução de 58% de seu conteúdo ao final do armazenamento. Diversos são os trabalhos – principalmente com frutas in natura e sucos - que apontam que o armazenamento prolongado pode ocasionar oxidações enzimáticas e químicas dos compostos bioativos (Wojdyło et al., 2014; malec et al., 2014; Sádecká et al., 2014; Février et al., 2017; Reque et al., 2014). Resultado similar ao desta pesquisa foi observado por Silva et al. (2010), que avaliou a estabilidade de um corante concentrado de antocianinas (compostos fenólicos) extraído das cascas de jabuticaba, armazenado sob refrigeração (10 °C) ou em temperatura ambiente (25 °C). Os autores observaram um decréscimo significativo do conteúdo de polifenóis totais durante o armazenamento por 21 dias, que ocorreu em ambas as temperaturas estudadas (Silva et al., 2010). Por sua vez, Ferracini (2015), trabalhando com a estabilidade de um corante de jabuticaba líquido e encapsulado, observou perdas que variaram de 11% a 15% no conteúdo de polifenóis totais com o armazenamento do material em temperatura ambiente (25 °C) por 7 dias.

Com relação à cor, as variações observadas nos valores de L^* e b^* , apesar de significativas, foram mínimas. Com base no Delta E calculado com os valores dos parâmetros da cor do início e do final do período de armazenamento ($\Delta E = 1,4$), pode-se afirmar que o ECC não sofreu alteração de cor perceptível, uma vez que este valor foi inferior a 2. Segundo Mokrzycki e Tatol (2011), valores de ΔE inferiores a 2 indicam que somente pessoas treinadas conseguem perceber diferenças entre as amostras. Dessa forma, pode-se afirmar que não foram observadas alterações na cor do ECC durante 180 dias de armazenamento sob refrigeração. Este resultado é extremamente importante quando se vislumbra o uso do ECC como corante alimentar.

Tabela 1. Valores médios do pH, sólidos solúveis, polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais e cor (L*, a* e b*) do extrato concentrado de carotenoides (ECC) obtido da fibra do pedúnculo do caju durante o armazenamento refrigerado (5 °C).

Parâmetro	Tempo de armazenamento (dias)								Valor p		
	0	30	60	90	120	150	180		linear	quad	modelo
pH	4,24 ± 0,01	4,40 ± 0,01	4,27 ± 0,01	4,17 ± 0,01	4,21 ± 0,02	4,03 ± 0,02	4,12 ± 0,01		<0,01	0,40	<0,01
SS (°Brix)	2,70 ± 0,00	2,60 ± 0,15	2,80 ± 0,06	2,80 ± 0,06	2,70 ± 0,00	3,30 ± 0,29	2,90 ± 0,00		<0,01	0,65	0,02
PET (mg AG eq/100g)	37,49 ± 0,64	27,67 ± 0,06	29,49 ± 0,96	26,8 ± 0,11	28,98 ± 1,38	23,44 ± 0,62	15,66 ± 0,28		<0,01	0,35	<0,01
CT (µg/g)	49,57 ± 1,89	49,10 ± 2,28	49,20 ± 2,75	48,42 ± 1,64	49,84 ± 3,92	47,05 ± 1,63	48,75 ± 0,38		0,47	0,95	0,76
L*	93,38 ± 0,01	95,53 ± 0,05	95,63 ± 0,04	92,82 ± 0,01	92,35 ± 0,01	92,23 ± 0,01	92,09 ± 0,03		<0,01	0,17	<0,01
a*	-10,04 ± 0,01	-9,39 ± 0,09	-10,33 ± 0,02	-10,13 ± 0,01	-10,28 ± 0,02	-10,26 ± 0,02	-10,15 ± 0,02		0,03	0,35	0,06
b*	22,72 ± 0,02	22,45 ± 0,07	24,59 ± 0,07	23,74 ± 0,01	24,85 ± 0,02	23,68 ± 0,01	23,52 ± 0,01		<0,01	<0,01	<0,01

PET (polifenóis extraíveis totais, expressos em mg de ácido gálico equivalente/ 100 g de extrato); SS (sólidos solúveis); CT (carotenoides totais). Dados apresentados em média ± desvio padrão.

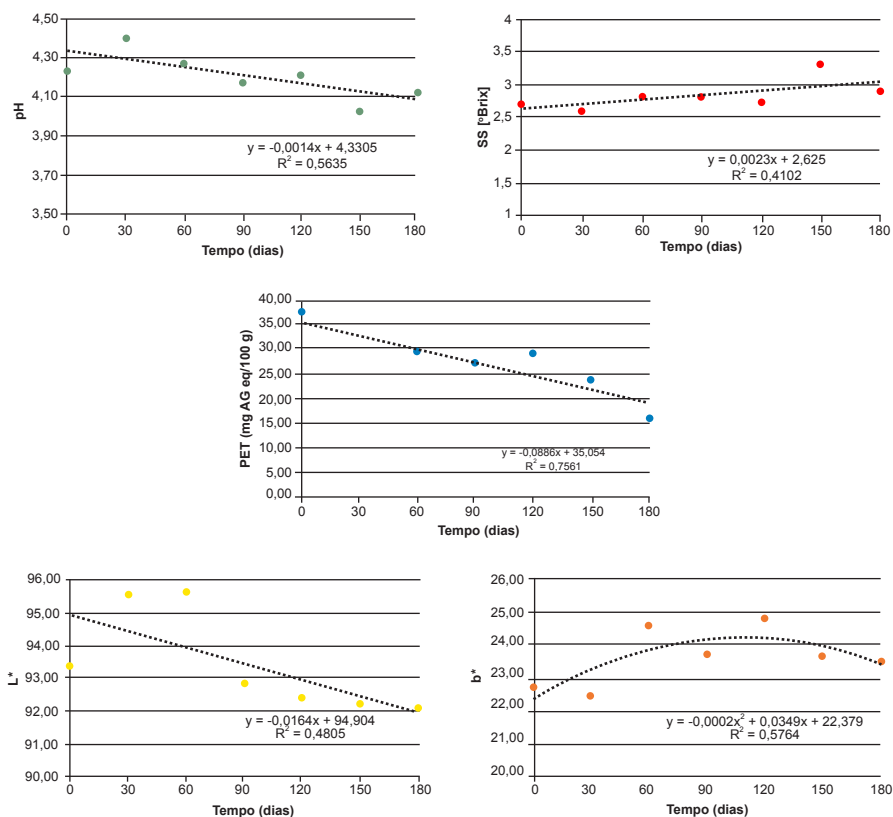


Figura 2. Parâmetros químicos e físico-químicos do extrato concentrado de carotenoides (ECC) que sofreram variação durante o armazenamento por 180 dias.

Estabilidade física (potencial zeta)

Segundo a literatura, os sistemas são considerados estáveis quando possuem um valor absoluto maior que 25 mV (Lieberman et al., 1989). Acima desse valor, as forças repulsivas predominam em relação às atrativas de London, logo o sistema está disperso. Quando o potencial zeta é relativamente baixo, menor que 25 mV (valor absoluto), as forças atrativas predominam em relação às repulsivas e as partículas se aproximam, floculando e podendo levar à separação de fases (Silva, 2014).

Levando-se em consideração a definição de Lieberman et al. (1989), pode-se observar que o ECC apresentou uma boa estabilidade da emulsão

somente até o período de 150 dias, sendo instável a partir de 180 dias de armazenamento refrigerado (5 °C). De uma maneira geral, o potencial zeta foi o grande limitador da estabilidade do ECC. De fato, até este período não houve alterações das características químicas, físico-químicas e físicas fundamentais para o uso do ECC como corante alimentar, principalmente relacionados à estabilidade dos carotenoides e, conseqüentemente, de sua cor.

Tabela 2. Potencial zeta do extrato concentrado de carotenoides (ECC) obtido da fibra do pedúnculo do caju durante o armazenamento refrigerado (5 °C).

Tempo de armazenamento (dias)	Potencial zeta (mV)	Estabilidade
0	25,02 ± 0,04	Estável
30	-37,40 ± 1,11	Estável
60	-32,52 ± 0,48	Estável
90	-28,68 ± 0,40	Estável
120	- 31,76 ± 0,48	Estável
150	- 30,46 ± 0,93	Estável
180	- 13,64 ± 0,54	Instável

Estabilidade microbiológica

Os resultados da avaliação da estabilidade microbiológica do ECC durante o período de armazenamento são apresentados na Tabela 3.

A presença de *Salmonella* spp., coliformes fecais e *E. coli* não foram constatadas nas amostras de ECC durante todo o período de armazenamento. Esses resultados indicam condições sanitárias satisfatórias e que o produto atende aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (Anvisa, 2001).

De uma maneira geral, a população de fungos filamentosos e leveduras variou de < 10 a 8,1 x 10¹ UFC/mL durante os 180 dias de armazenamento

refrigerado. A baixa contagem observada para esse grupo de microrganismos indicou que o ECC foi processado sob condições adequadas de higiene e sanitização. Além disso, a presença de microrganismos aeróbios mesófilos não foi constatada no ECC durante todo o período de armazenamento (180 dias).

Tabela 3. Avaliação da qualidade microbiológica do extrato concentrado de carotenoides (ECC) obtido da fibra do pedúnculo do caju durante o armazenamento refrigerado (5°C).

Tempo de armazenamento (dias)	Aeróbio mesófilos (UFC/mL)	Coliformes fecais e <i>E. coli</i> (NMP/mL)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/mL)	<i>Salmonella</i> spp. (Ausência/25mL)
0	Ausência	< 3*	< 10*	Ausência
30	Ausência	< 3*	< 10*	Ausência
60	Ausência	< 3*	< 10*	Ausência
90	Ausência	< 3*	< 10*	Ausência
120	Ausência	< 3*	3,0 x 10 ¹	Ausência
150	Ausência	< 3*	< 10*	Ausência
180	Ausência	< 3*	8,0 x 10 ¹	Ausência

* Limite de detecção do método.

Conclusão

O extrato concentrado de carotenoides (ECC) obtido da fibra do pedúnculo do caju apresentou estabilidade até 150 dias de armazenamento refrigerado (5 °C), sendo limitado pela estabilidade física do material (potencial zeta). Além disso, durante esse período, ocorreu uma intensa redução no conteúdo de polifenóis extraíveis totais. Porém, até os 150 dias, o produto não apresentou alterações do conteúdo de carotenoides e de sua cor, gerando uma interessante perspectiva quando se vislumbra o seu uso como corante alimentar.

Referências

- ABREU, F. A. P.; DONIER, M.; DIONISIO, A. P.; CARAIL, M.; CARIS-VEYRAT, C.; DHUIQUE-MAYER, C. Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: a focus on carotenoids. **Food Chemistry**, v. 138, p. 25-31, 2013.
- ALVES, A. I. **Obtenção de extrato de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulado pelo método de secagem por atomização**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa.
- ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A.; HAMMACK, T. Salmonella. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION (Ed.). **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville, 2014. Chap. 5. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2017.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 24 mar. 2017.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16. ed., Gaithersburg, 1995.
- FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A.; BURKHARDT, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville, 2002. Chap. 4. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2017.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; JARÉN-GALÁN, M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J.; PÉREZ-GÁLVEZ, A.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Carotenoids bioavailability from foods: from plant pigments to efficient biological activities. **Food Research International**, v. 46, n. 2, 438-450, 2012.
- FERRACINI, L. A. **Microencapsulação e avaliação da estabilidade do corante natural extraído da casca da Jabuticaba (*Myrciaria* spp.) para aplicação em alimentos**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- FÉVRIER, H.; QUÉRÉ, J-M. L.; GILDAS, L. B.; GUYOT, S. Polyphenol profile, PPO activity and

pH variation in relation to colour changes in a series of red-fleshed apple juices. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, part B, p. 353-362, 2017.

GHIDOUCE, S.; REY, B.; MICHEL, M.; GALAFFU, N. A Rapid tool for the stability assessment of natural food colours. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 978-85, 2013.

GUARALDO, T. T. **Avaliação da performance de eletrodos de filmes finos de Ti/TiO₂ com diferentes tamanhos de nanopartículas na oxidação fotoeletrocatalítica de Índigo Carmim**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de São Paulo.

HOJJATI, M.; RAZAVI, S. H.; REZAEI, K.; GILANI, K. Stabilization of canthaxanthin produced by *Dietzia natronolimnaea* HS-1 with spray drying microencapsulation. **Journal Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 2134-2140, 2014.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LIEBERMAN, H. A.; RIEGER, M. M.; BANKER, G. S. **Pharmaceutical dosage forms: disperse systems**. New York: Marcel Dekker, 1989. v. 2.

LIMA, J. R. **Hambúrguer de caju: elaboração e características**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 131). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10572/1/cot_131.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2017.

MALEC, M.; QUÉRÉ, J.-M. L. E.; SOTIN, H.; KOŁODZIEJCZYK, H.; BAUDUIN, R.; GUYOT, S. Polyphenol profiling of a red-fleshed apple cultivar and evaluation of the color extractability and stability in the juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 29, p. 6944-6954, 2014.

MOKRZYCKI, W.; TATOL, M. Color difference Delta E: a survey. **Machine Graphics and Vision**, Warszawa, v. 20, n. 4, p. 383-411, 2011. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/236023905_Color_difference_Delta_E_-_A_survey>. Acesso em: 15 dez. 17.

REQUE, P. M.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; FLÔRESA, S. A.; RIOSA, A. O.; JONGA, E. V. Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, n. 1, p. 111-116, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI Press, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Food Carotenoids Chemistry, Biology and Technology**. Oxford: IFT Press: Wiley Blackwell, 2016. v. 1. 328 p.

SÁDECKÁ, J.; POLOVKA, M.; KOLEK, E.; BELAJOVÁ, E.; TOBOLKOVÁ, B.; DAŠKO, L.; DUREC, J. Orange juice with pulp: impact of pasteurization and storage on flavour, polyphenols, ascorbic acid and antioxidant activity. **Journal of Food and Nutrition Research**. v. 53, n. 4, p. 371-388, 2014.

SAS Institute Inc. **User's guide**. version 6.11. Cary NC, 1996.

SILVA, B. C. **Estudo físico-químico das propriedades emulsificantes dos polissacarídeos de goma de acácia-negra oriunda de plantações brasileiras**. 2014. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

SILVA, G. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; MOURA, S. M. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (*Myrciaria* ssp.). **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimento e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

WOJDYŁO, A.; TELESZKO, M.; OSZMIAŃSKI, J. Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 152, n. 1, p. 261-270, 2014.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO