SCIENTIA NATURALIS
Scientia Naturalis, v. 7, n. 2, p. 507-520, 2025
Home page: http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat
DOI: https://doi.org/10.29327/269504.7.2-5
ISSN 2596-1640

Extração e quantificação de β-caroteno proveniente de resíduos de cenouras (*Daucus carota* L., apiaceae) e aplicação como bioativo em emulsões

Ana Camile Bueno[1], Sandra Inês Adams Angnes Gomes[2], Maria Aparecida de Souza[3*]

[1]Discente do Curso de Bacharelado em Farmácia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Palmas, Paraná, Brasil. [2]Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Palmas, Paraná, Brasil. [3]Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil. *maria.souza@ifsc.edu.br

Recebido em: 01/07/2024 Aceito em: 07/11/2025 Publicado em: 30/12/2025

DOI: https://doi.org/10.29327/269504.7.2-5

RESUMO

Neste artigo, apresenta-se alternativas sustentáveis para o reaproveitamento de resíduos da cenoura, ricos em carotenoides, constituintes importantes devido à sua atividade imunomoduladora, antioxidante e provitamina A. Estes constituintes atuam diretamente na transferência de elétrons e captação de espécies reativas de oxigênio, que auxiliam na redução dos riscos de desenvolvimento de doenças degenerativas. Entre os diversos compostos bioativos encontrados nesse grupo, destaca-se o β-caroteno, precursor da vitamina A, muito utilizado em formulações farmacêuticas. Dessa forma, se apresenta uma rota para extração do β-caroteno da cenoura, visando princípios da Química Verde, e sua quantificação por meio de espectrofotometria UV-Vis, com o intuito de aplicá-los em sistemas emulsionados. Os resultados mostram eficiência na extração do β-caroteno, provenientes de cenouras, com uma média de 2,425E^{-5} mol L^{-1}, valores semelhantes às amostras de solução padrão e uma formulação com 0,15 g do bioativo.

Palavras-chave: Extração sustentável. Reaproveitamento de resíduos. Sistemas emulsionados.

Extraction and quantification of β-carotene, from carrot residues (*Daucus carota* L., apiaceae) and application as a bioactive in emulsions

ABSTRACT

This article presents sustainable alternatives for the reuse of carrot waste, which is rich in carotenoids, important constituents due to their immunomodulatory, antioxidant and provitamin A activity. These constituents act directly in the transfer of electrons and the capture of reactive oxygen species, which help to reduce the risk of developing degenerative diseases. Among the various bioactive compounds found in this group, β-carotene stands out, a precursor of vitamin A which is widely used in pharmaceutical formulations. This paper presents a route for extracting β-carotene from carrots, using green chemistry principles, and quantifying it using UV-Vis spectrophotometry, with the aim of applying it to emulsified systems. The results show efficiency in the extraction of β-carotene from carrots, with an average of 2.425E^{-5} mol L^{-1}, values similar to the standard solution samples and a formulation with 0.15 g of the bioactive.

Keywords: Sustainable extraction. Reuse of waste. Emulsified systems.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do planeta, com uma produção estimada em milhões de toneladas de alimentos anuais, entretanto boa parte desses alimentos são perdidos ou desperdiçados (CEDES, 2018). Estima-se que o País perde ou desperdiça cerca de 10% dos alimentos produzidos, causando prejuízos econômicos e ambientais, como a geração de resíduos, emissão de gases de efeito estufa e consumo desnecessário de recursos naturais. As perdas e desperdícios relacionados a frutas e hortaliças são particularmente significativos, atingindo até 35%, devido à sua natureza perecível e às complexidades associadas às etapas de pós-colheita até o consumidor (ZARO, 2018).

Diante desse cenário, torna-se essencial adotar estratégias sustentáveis que promovam o reaproveitamento de resíduos vegetais e reduzam o desperdício. O aproveitamento desses materiais, ricos em compostos bioativos, representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos com valor agregado, em consonância com os princípios da Química Verde. Entre esses compostos, destacam-se os carotenoides, pigmentos naturais que apresentam grande diversidade de metabólitos primários e secundários com propriedades imunomoduladoras, antioxidantes e de provitamina A, contribuindo significativamente para a saúde humana (UENOJO et al., 2007; YARIWAKE, 2008; DAMIANI et al., 2020; ZERAIK).

Do ponto de vista químico, os carotenoides são compostos lipofílicos com estrutura tetraterpenoide, contendo 40 carbonos e ligações duplas conjugadas (BEMFEITO et al., 2020). Tais características lhes conferem capacidade de transferir elétrons e capturar espécies reativas de oxigênio (EROs), reduzindo danos oxidativos em estruturas celulares e, consequentemente, o risco de doenças degenerativas (SALGADO, 2017). Além disso, muitos carotenoides possuem atividade provitamínica, sendo precursores da vitamina A, essencial para processos biológicos como a diferenciação celular, modulação do sistema imune e manutenção da visão (SALGADO, 2017).

Dentre os carotenoides de maior relevância, destaca-se o β-caroteno, pigmento responsável pela coloração alaranjada de vegetais como a cenoura (Daucus carota L.). Esse composto apresenta elevada atividade antioxidante e distingue-se por ser o único caroteno capaz de originar duas moléculas de vitamina A, por meio da clivagem na posição 15 (ligação central) ou na posição 8, o que divide a molécula formando duas de

retinal. Em seguida, o retinal é reduzido a retinol, que pode ser convertido, de forma reversível ou irreversível, em ácido retinoico (UENOJO et al., 2007).

Devido à sua importância fisiológica e funcional, a extração e quantificação do β-caroteno a partir de resíduos vegetais têm sido amplamente estudadas como forma de valorização de subprodutos agrícolas. De acordo com Nellis et al. (2017), a análise de carotenoides abrange a preparação das amostras, a extração e partição com um solvente, a saponificação e lavagem, a recuperação do solvente e coleta do extrato e, por fim, a identificação e quantificação do composto. Tradicionalmente, a extração de carotenoides envolve o uso de solventes orgânicos, como acetona, metanol, éter etílico, clorofórmio, éter de petróleo e hexano (YARIWAKE, 2008; CONTADO et al., 2010; ZERAIK; RIBEIRO et al., 2012; LIMA et al., 2017; NELLIS et al., 2017). Esses solventes permitem a solubilização dos pigmentos lipossolúveis presentes em matrizes vegetais, seguidos de etapas de partição, saponificação e purificação. No entanto, dentro do contexto da Química Verde, há crescente interesse em adaptar esses métodos, reduzindo o uso de solventes tóxicos, minimizando volumes e aumentando a eficiência energética (FARIAS; FÁVARO, 2011; MACHADO, 2014; GOMES et al., 2022).

Nesse contexto, a Química Verde, proposta por Paul Anastas e John Warner nos anos 1990, preconiza o desenvolvimento de produtos e processos que evitem ou minimizem a geração de substâncias nocivas à saúde e ao ambiente (ANASTAS; WARNER, 1998). Portanto, o uso de resíduos agrícolas como fonte de compostos bioativos, aliado a métodos de extração mais limpos e sustentáveis, representa uma estratégia de valorização ambientalmente responsável.

Além do reaproveitamento de resíduos, a incorporação de compostos naturais como o β-caroteno em sistemas emulsionados tem despertado grande interesse nas indústrias farmacêutica e cosmética. As emulsões são sistemas heterogêneos formados por duas fases líquidas imiscíveis, uma fase dispersa e uma contínua, estabilizadas por agentes emulsificantes (FRANZOL; REZENDE, 2015). A adição de bioativos naturais a esses sistemas pode melhorar a estabilidade, a biodisponibilidade e o desempenho funcional de formulações, como cremes, loções e produtos terapêuticos.

Estudos recentes têm demonstrado o potencial de emulsões contendo extratos vegetais e carotenoides para aplicações cosméticas e farmacêuticas (CEFALI et al., 2015; ANJOS et al., 2023; LIMA et al., 2023; MARTINS et al., 2023). Pesquisas com compostos como licopeno, extrato de moringa e butiá evidenciam propriedades

antioxidantes, cicatrizantes e hidratantes, reforçando o potencial de aplicação do β-caroteno em formulações com características funcionais e sustentáveis (CEFALI et al., 2015; ANJOS et al., 2023; TEIXEIRA, 2023).

Dessa forma, a reutilização de resíduos provenientes de hortaliças, como a cenoura, surge como uma alternativa promissora para a extração e caracterização de substâncias biologicamente ativas, aliando o aproveitamento de subprodutos agrícolas à inovação tecnológica. Ao considerar suas propriedades físico-químicas, esses compostos podem ser incorporados em sistemas emulsificantes, possibilitando o desenvolvimento de novos produtos cosméticos e farmacêuticos sustentáveis.

Nessa perspectiva, a pesquisa teve como objetivo realizar a extração e a quantificação do β-caroteno presente em cenouras comumente descartadas como resíduos, adotando uma abordagem sustentável na valorização desses subprodutos. Para isso, foram adaptados métodos tradicionais de extração, empregando solventes de menor toxicidade e reduzindo as escalas volumétricas, visando minimizar os impactos ambientais e otimizar os processos. Além disso, investigou-se o potencial de incorporação do bioativo obtido em sistemas emulsificados.

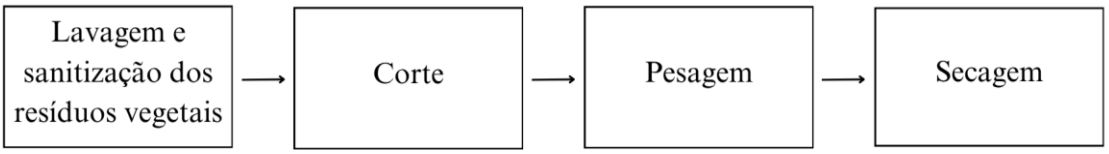
MATERIAL E MÉTODOS

Para o preparo, extração e identificação do β-caroteno, seguiram-se metodologias propostas por Hiranvarachat e Devahastin (2014), com adaptações, visando melhorar a verdura química do processo.

Preparo do material vegetal

As cenouras, que seriam descartadas, foram coletadas em um comércio local na cidade de Palmas, Paraná. Inicialmente, as cenouras foram lavadas em água corrente para retirada das impurezas. Em seguida, realizou-se a sanitização do material com imersão em solução de hipoclorito de sódio 1% (v/v) por 15 minutos. Os vegetais foram novamente lavados em água corrente para a remoção do cloro residual. Posteriormente, a casca da cenoura foi cortada em tiras em espessuras finas, levada para pesagem e logo em seguida para a estufa com temperatura de 30 °C a 40 °C, por um período de 24 a 72 horas, até peso constante (Fluxograma 1).

Fluxograma 1 - Preparação da cenoura.

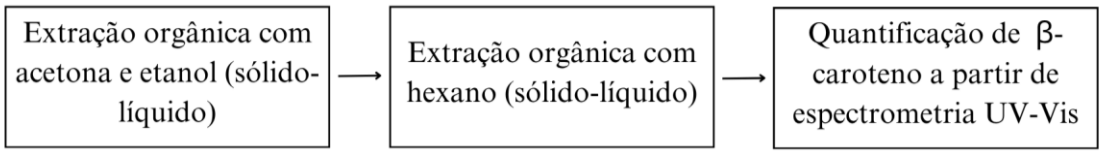


Fonte: As autoras (2024).

Preparo e quantificação do bioativo β-caroteno

Na sequência, as amostras de cenoura secas foram trituradas e colocadas em uma mistura de 15 mL de acetona e 15 mL de etanol por 24 horas, para extrair-se as substâncias hidrofílicas presentes e restar somente o β-caroteno, visto que, esse é lipofílico e pouco solúvel em solventes polares. Seguidamente, as amostras foram filtradas o vácuo, separando-se o material sólido dos solventes. O material sólido foi armazenado em um frasco âmbar de vidro com tampa, juntamente com cerca de 50mL de hexano, por 24 horas, ocorrendo assim, a extração do β-caroteno. Então, separou-se a amostra por decantação. A parte líquida (sobrenadante) foi utilizada para quantificar o β-caroteno por meio da espectrofotometria UV-Vis, no espectrophotometer model nova 2000, Fluxograma 2.

Fluxograma 2 – Etapas para preparação.



Fonte: As autoras (2024).

A quantificação e identificação do composto bioativo foi realizada por espectrofotometria UV-Vis. Esta técnica baseia-se na medição da absorção e/ou transmissão de luz que passa através da amostra para diferentes comprimentos de onda (λ) na região UV-Vis do espectro eletromagnético, abrangendo λ de 400 nm a 700 nm. Os espectros de absorção no UV-Visível dos carotenoides são característicos, entre 400 nm e 500 nm, com comprimento de onda máximo (λmax) em torno de 450 nm e normalmente duas bandas menores de cada lado (HARBORNE, 1998). Com a efetuação da leitura da absorbância das amostras, calcula-se em seguida a sua concentração.

Dessa forma, para a quantificação das concentrações de β-caroteno das amostras, precisou-se encontrar o melhor comprimento de onda. Então, preparou-se uma solução padrão de β-caroteno 10% e hexano, com concentração de 3,73 E-5 mol L^{-1}. Após preparo

do padrão, realizou-se a varredura da solução, em triplicata, nos comprimentos de onda de 410 a 500, encontrando-se o comprimento de onda de maior absorbância, 440 nm.

Com a definição do comprimento de onda, construiu-se a curva de calibração. A solução padrão foi diluída em balões volumétricos de 10 mL, nos valores de 9:10 até 1:10, determinando-se função da reta para quantificação das concentrações do β-caroteno existentes nas amostras. O β-caroteno extraído das cenouras passou a ser analisado no comprimento de onda encontrado e sua concentração calculada a partir da função.

Preparação da emulsão hidratante com bioativo β-caroteno

Para o preparo de 100g da amostra de emulsão, pesaram-se os reagentes da fase oleosa. Em seguida, foram pesados os componentes da fase aquosa, conforme as recomendações de Oliveira e Moraes (2019) e com adaptações.

A fase oleosa e a fase aquosa foram aquecidas separadamente em béqueres em banho-maria, sem ultrapassar os 75 °C de temperatura. Os conservantes, foram adicionados na fase aquosa, somente no final, assim como o antioxidante na fase oleosa. Após atingir a temperatura desejada, verteu-se a fase aquosa sobre a fase oleosa, sob agitação constante e em banho-maria. Quando a emulsão começou a se formar, a mistura foi retirada do banho-maria, mas a agitação cessada somente com a formação completa da emulsão (ROSÁRIO et al., 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escolha dos solventes para extração do β-caroteno e quantificação

As amostras de cenoura passaram pelas etapas de preparação (sanitização, corte, pesagem e secagem) e posterior extração do β-caroteno com acetona e hexano (Fluxogramas 1 e 2, respectivamente).

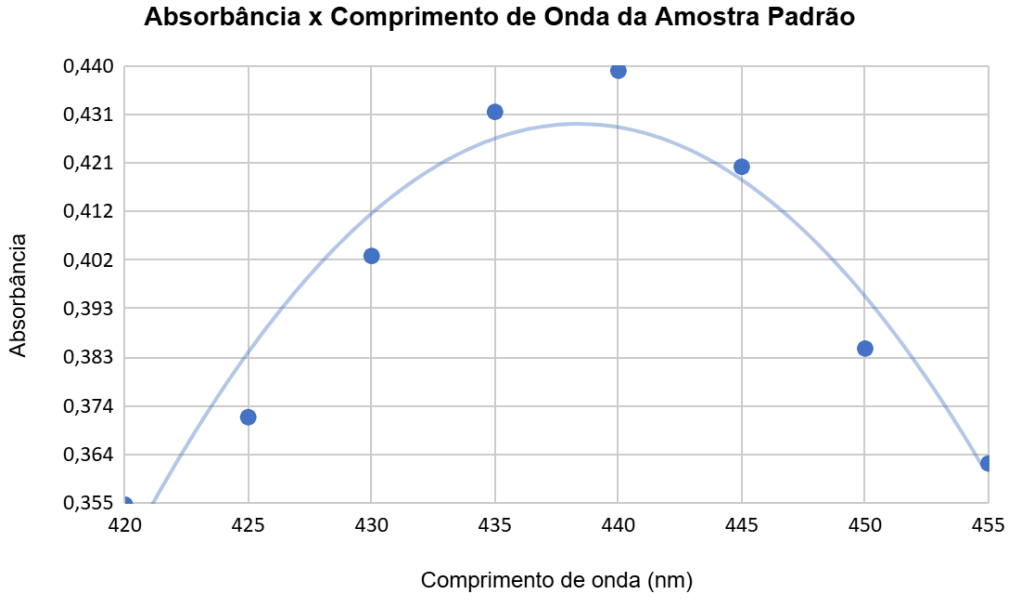
Um ponto a destacar, segundo Durante *et al*. (2015), os vegetais apresentam uma alta quantidade de água e uma estrutura celular complexa e rígida, o que dificulta ou até impede a interação com solventes. Por esse motivo, quando não desidratados, o rendimento da extração é praticamente nulo. Por exemplo, o rendimento de β-Caroteno a cada 100 g de cenoura in natura é de aproximadamente 8 μg/100 g, enquanto a cenoura desidratada traz um rendimento de aproximadamente 34 μg/100 g (SAINI; KEUM, 2017). Assim, a redução da umidade é um pré-requisito para melhorar o rendimento e a qualidade das moléculas lipossolúveis extraídas.

Importante mencionar, que no decorrer da pesquisa surgiram problemas em relação à desidratação do material vegetal em estufa. Essa é uma etapa demorada que necessita de um alto controle da temperatura, devido às condições termossensíveis e à abundância de água contida na cenoura, que acarretou mudanças organolépticas perceptíveis na amostra, como em seu odor. Em relação a isso, mesmo que a liofilização tenha um custo elevado, tem-se mais controle de seus parâmetros e da qualidade final do material.

Cabe salientar, que os solventes comumente utilizados para a extração de compostos apolares são voláteis, tóxicos e insustentáveis. Nesse sentido, é essencial pensar e alguns dos princípios da Química Verde (SANDRI et al., 2018). Desse modo, neste trabalho, destaca- se, em particular, os Princípios P1 e P2. Onde P1 (Prevenção) - Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou "limpá-lo" após sua geração; P5 (Solventes e auxiliares mais seguros), que aborda a redução do uso de solventes e auxiliares, recomendando que substâncias auxiliares sejam evitadas ou substituídas por alternativas inócuas (LENARDÃO, 2003; MACHADO, 2014). Nesse contexto, o método de extração adotado nesse trabalho, proposto por Hiranvarachat e Devahastin (2014), foi adaptado para a utilização do hexano, acetona e do etanol. Apesar de solventes como o hexano serem eficientes e de baixo custo para extrações, a sua toxicidade representa riscos para a saúde humana, devendo-se respeitar as limitações existentes (MENEZES et al., 2023). E quando usados é fundamental a redução das escalas volumétricas, visando redução do solvente, e tratamento final adequado, sendo um exemplo, a destilação, que é ambientalmente menos impactante (MARTINS et al., 2017; SANDRI et al., 2018). No sentido de obter melhor eficiência com menor volume de hexano, a extração foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, com 15 mL de etanol e 15 mL de acetona para a extração dos compostos hidrofílicos da amostra, e na segunda 50 mL de hexano para a extração dos compostos de β-caroteno. Desta forma, foi possível a recuperação do hexano a partir da destilação por rota-evaporação e reutilização em outros processos de extração.

Para quantificar o β-caroteno extraído da cenoura**,** preparou-se uma solução padrão de 3,73 E^{-5} mol L^{-1} de β-caroteno 10% para identificação do melhor comprimento de onda por espectrofotometria UV-Vis (Figura 1).

Figura 1 - Gráfico do melhor comprimento de onda.



Fonte: As autoras (2024).

Mediante a determinação do comprimento de onda ideal de 440 nm (Figura 1) e com uma absorbância de 0,454, prepararam- se diluições a partir da solução padrão de β-caroteno, estabelecendo as concentrações de cada uma, por meio da fórmula: C1xV1=C2xV2 (Concentração x Volume). As diluições preparadas serviram de padrões para a curva de calibração (Tabela 1).

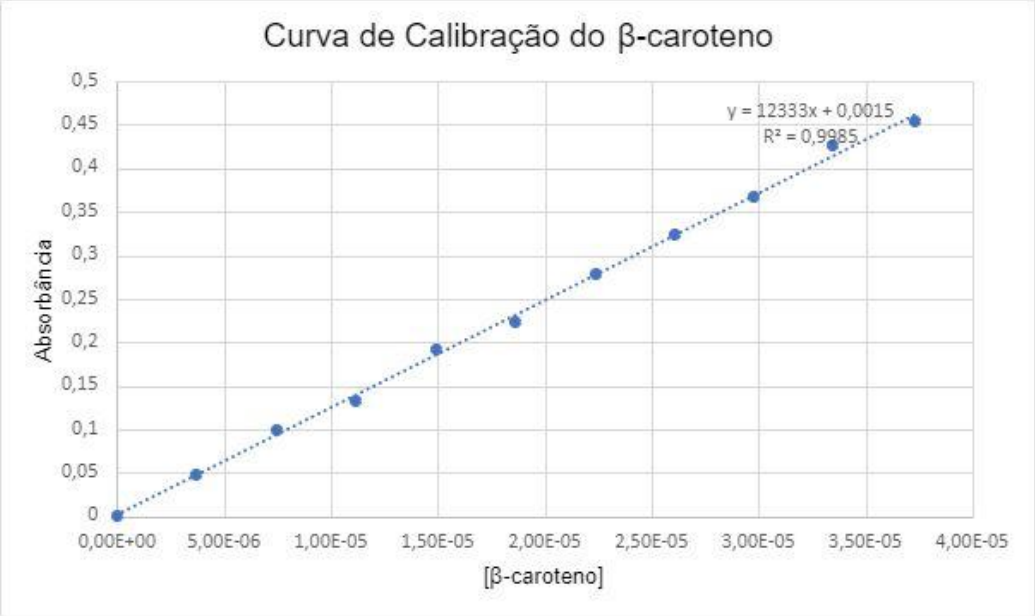
Tabela 1 - Dados para a curva de calibração.

Diluições	Concentração (mol.L^{-1})	Absorbância
Solução Padrão	3,73E^{-5}	0,454
Diluição 9:10	3,35E^{-5}	0,426
Diluição 8:10	2,98E^{-5}	0,367
Diluição 7:10	2,61E^{-5}	0,324
Diluição 6:10	2,24E^{-5}	0,279
Diluição 5:10	1,86E^{-5}	0,224
Diluição 4:10	1,49E^{-5}	0,191
Diluição 3:10	1,12E^{-5}	0,133
Diluição 2:10	7,45E^{-6}	0,099
Diluição 1:10	3,73E^{-6}	0,048
Em branco (Hexano)	0	0

Fonte: As autoras (2024).

Os dados da Tabela 1 foram usados para a construção da curva de calibração do β-caroteno. A partir dela, foi possível obter a função y= 12333x + 0,0015, utilizada para quantificar o composto de interesse, e o coeficiente de correlação linear 0,9985, importante para a confiabilidade do resultado, Figura 2.

Figura 2 – Curva de Calibração do β-caroteno.



Fonte: As autoras (2024).

A partir dos parâmetros definidos, preparou-se sete (7) amostras de extrato da cenoura preparado anteriormente para a quantificação do teor de β-caroteno. Estas amostras foram analisadas por espectrofotômetro UV-Vis, no comprimento de onda de 440 nm, onde se obteve seus valores de absorbância. Com esses valores, a concentração de β-caroteno foi calculada, substituindo-se na função da reta o valor de "Y" (Equação da Figura 2), determinando-se os valores das concentrações das 7 amostras (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantificação do β-caroteno do extrato de cenoura.

Quantificação dos extratos de cenouras (λ=440nm)		
Amostra	**Absorbância**	**Concentração (mol.L^{-1})**
1	0,188	1,494E^{-5}
2	0,167	1,326E^{-5}
3	0,421	3,358E^{-5}
4	0,377	3,006E^{-5}
5	0,314	2,502E^{-5}
6	0,446	3,548E^{-5}
7	0,219	1,742E^{-5}

Fonte: As autoras (2024).

As amostras 2, 3, 5 e 7 precisaram ser diluídas, visto que seus valores de absorbância ultrapassaram o limite de 0,454 de absorbância determinada no comprimento de onda de 440nm. Dessa maneira, a amostra 2 foi diluída em uma porção de 1,5 mL de amostra para 1,5 mL de hexano, a 3 em 1,5 mL de amostra para 4 mL de hexano e a 5 e 7 em 0,5 mL de amostra para 2 mL de hexano.

Observa-se que os valores de β-caroteno nos extratos de cenoura estão dentro dos parâmetros da solução padrão. A amostra número 6, com a maior concentração, apresenta 3,548E^{-5} mol L^{-1}, um valor semelhante ao da solução padrão de β-caroteno, analisada a um comprimento de onda de 440 nm e com absorbância de 0,446.

A concentração média de β-caroteno é de 2,425E^{-5} mol L^{-1}, ou 0,01302 g L^{-1}. Apesar dos métodos diferentes, esse valor se aproxima do encontrado por Zeraik e Yariwake (2008), que obtiveram uma concentração média de 0,019 g L^{-1} de β-caroteno a partir de uma solução preparada com extratos de amostras de cenoura, em uma concentração de 0,2 g L^{-1} de extrato em diclorometano. A análise foi realizada a um comprimento de onda de 436 nm, com absorbância variando entre 0,5537 e 0,5213. Vale ressaltar, que exposição a altas temperaturas e a luz são fatores que alteram a concentração de carotenoides (CONTADO et al., 2010).

Os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, o que pode ser justificado pelo uso dos solventes escolhidos. O hexano, devido às suas propriedades apolares, favorece a extração, enquanto a acetona também contribui para esse processo (LIMA et al., 2017; NELLIS et al., 2017).

Emulsão hidratante com bioativo β-caroteno

Por fim, preparou-se duas formulações de emulsão hidratante. Uma fórmula com a adição de 0,5 g extrato de cenouras desidratadas e uma fórmula sem o extrato de cenouras (Quadro 1).

Quadro 1 - Componentes utilizados para a formulação da emulsão.

Fase oleosa		
Componentes	**Quantidade**	**Função na formulação**
Óleo mineral	3,0 g	Emulsificante
Olivem 1000	2,0 g	Emulsificante
Oliwax	0,5 g	Espessante
Álcool cetoestearílico	10,0 g	Emulsificante/Espessante
Triglicérides do ácido caprílico	3,0 g	Emoliente
Vitamina E	0,05 g	Antioxidante
β-caroteno	0,15 g	Composto bioativo
Fase aquosa		
Componentes	**Quantidade**	**Função na formulação**
Glicerina	4,0 g	Umectante
Metilparabeno	0,15 g	Conservante
Propilparabeno	0, 18	Conservante
Água deionizada	q.s.p	Para 100,0 g de emulsão

Fonte: As autoras (2024).

Ambas as emulsões hidratantes apresentaram consistência, brilho, emoliência fina, macia deixando um filme não oclusivo sobre a superfície da pele e ótima espalhabilidade. Esses aspectos físicos foram observados visualmente.

Dessa maneira, considera-se que a reutilização de cenouras, oriundas de reaproveitamento, mostrou-se como uma alternativa para formulação de emulsões com possíveis propriedades bioativas, sendo essa de fácil aplicabilidade e de fácil implementação.

Sob essa perspectiva, as próximas etapas do estudo visam aumentar a biodisponibilidade de substâncias bioativas, potencializar a ação de compostos específicos e realizar testes de estabilidade físico-química e microbiológicas, como, por exemplo, estresse térmico, centrifugação, pH e densidade (LIMA et al., 2023).

CONCLUSÃO

O presente artigo teve como principal objetivo extrair e quantificar o β-caroteno de cenouras que geralmente são descartadas como resíduos, para aproveitamento em função das suas propriedades biológicas, antioxidantes e provitamina A.

Por conseguinte, os solventes utilizados para essa extração foram a acetona, o etanol e o hexano, esse último, apesar de não ser um solvente verde, possui um alto poder de extração e menor custo, portanto se optou por seu uso em menor escala volumétrica e a sua recuperação para reuso no processo.

A quantificação e identificação do composto bioativo β-caroteno foi realizada por espectrofotometria UV-Vis. Logo, com a determinação da equação da reta, será possível calcular a concentração do β-caroteno em amostras de cenoura com uso reduzido de hexano.

Obteve-se 7 amostras a partir de cenouras, as quais passaram pelo processo de preparação, extração e quantificação, os resultados apresentados se mostraram similares ao da solução padrão de β-caroteno 10%.

Durante o trabalho também preparou-se emulsões hidratantes com e sem extrato de cenouras, a fim de torna-se uma alternativa sustentável para a utilização dos vegetais. As duas emulsões apresentaram aspecto físico estável e homogêneo. Deste modo, futuramente, as emulsões contendo o composto bioativo passarão por análises físico-químicas e microbiológicas.

Em suma, os resultados se mostraram bastante positivos e os encaminhamentos para as próximas etapas estão sendo realizados.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Paraná (IFPR) e a Fundação Araucária pelo fomento para o apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C**. Green Chemistry:** Theory and Practice. New York : Oxford University Press, 1998.

ANJOS, C. J. F.; BRANDÃO, M. P.; ANDRADE, B. S.; VILAR, D. A.; SOARES, M. S. A. V. Efeito cicatrizante do creme à base de *Moringa oleífera* (*Lam*.) e *Maythenus ilicifolia (Mart.) ex Reiss.* sobre lesões dérmicas em Camundongos *Swiss*: uma análise comparativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. 1-13, 2023.

BEMFEITO, C. M.; RIBEIRO, A. P. L.; PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. de. Carotenoides em alimentos: fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. In: CORDEIRO, C. A. M. (orgs.). **Tecnologia de alimentos:** tópicos físicos, químicos e biológicos. Guarujá: Editora Científica Digital, 2020, p. 445-465.

CEFALI, L. C.; SOUZA-MOREIRA, T. M.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N.; ISAAC, V. L. B. Development and evaluation of an emulsion containing lycopene for combating acceleration of skin aging. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.51, n. 3, p. 579-590, 2015.

CENTRO DE ESTUDOS E DEBATES ESTRATÉGICOS (CEDES). Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. **Perdas e desperdício de alimentos**: estratégias para redução. Brasília, 2018. (Cadernos de trabalhos e debates, n. 3).

CONTADO, E. W. N. F.; PATTO, L.S.; ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Estudos dos métodos de extração de carotenoides em cenoura por fluido supercrítico (EFS) e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. especial, p. 1617-1623, 2010.

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. **Aproveitamento de resíduos vegetais:** potenciais e limitações. Palmas (TO): EDUFT, 2020.

DURANTE, M.; LENUCCI, M. S.; MITA, G. Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from pumpkin (*Cucurbita* spp.): a review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, p. 6725-6740, 2015.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química nova**, v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. **Polímeros**, v. 25, n. especial, p. 1-9, 2015.

HARBORNE, J. B. **Phytochemical methods:** A guide to modern techniques of plant analysis, 3. ed. Londres: Springer Dordrecht, 1998.

HIRANVARACHAT, B.; DEVAHASTIN, S. Enhancement of microwave-assisted extraction via intermittent radiation: extraction of carotenoids from carrot peels. **Journal of Food Engineering**, v. 126, p. 17-26, 2014.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; BATISTA, M. J. D. A.C. F.; SILVEIRA, C. C. "Green Chemistry": Os 12 Princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**. vol. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LIMA, J. M.; THOMAZINI, M.; TRINDADE, C. S. F.; SANTOS, M. G. Extração de β-caroteno da macaúba. **The Journal of Engineering and Exact Science**, v. 3, n. 6, p. 796-800, 2017.

LIMA, K. K. S.; LIMA, J. L. C.; ALVES, L. G. S.; MENDES, S. J. F.; SERRA, I. C. P. B. Desenvolvimento e avaliação de um creme antioxidante à base do extrato glicólico das folhas de *Theobroma cacao*. **Revista Foco**, v.16, n. 10, p. 01-21, out. 2023.

MACHADO, A. **Introdução às métricas da química verde: uma visão sistêmica**. Florianópolis: UFSC, 2014.

MARTINS, C. R.; DI VITTA, P. B.; MARZORATI, L.; DI VITTA, C. Avaliação dos impactos ambientais dos tratamentos de resíduos de solventes no instituto de química da universidade de São Paulo. **Química Nova**, v. 40, n. 2, p. 214-218, 2017.

MARTINS, M. S.; SILVESTRE, R. B.; ADAMCZUK, S. E.; ISAAC, V. L. B. Desenvolvimento e estudo de estabilidade de formulações cosméticas contendo extrato de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) *Coville* e *Centella asiatica* (L.) Urb. com atividade antioxidante. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 26, n. 2, p. 40-49, 2023.

MENEZES, J. R.; THEDY, M. E. C.; GULARTE, M. M.; AZEREDO, J. B. Avanços Recentes na Aplicação de Solventes Verdes Oriundos de Fontes Naturais em Síntese Orgânica. **Revista Virtual de Química**, v. 15, n. 5, p. 1-24, 2023.

NELLIS, S. C.; CORREIA, A. F. K.; SPOTO, M. H. F. Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (*Sweet Grape*) através da aplicação de diferentes solventes. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-5, 2017.

OLIVEIRA, S.; MORAES, C. A. P. Desenvolvimento de uma emulsão O/A associada ao óleo essencial de gerânio (*Pelargonium graveolens*) e ao óleo essencial de palmarosa (*Cymbopogon martinii*). **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 2, n. 3, p. 127-138, 2019.

RIBEIRO, M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; RIUL, T. R.; PANTOJA, L.; MARINHO, H. A.; SANTOS, A. S. Influence of the extraction method and storage time on the physicochemical properties and carotenoid levels of pequi (*Caryocar brasiliense Camb*.) oil. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 386-392, 2012.

ROSÁRIO, M. S.; GAUTO, M. I. R.; SILVA, A. C. L. N.; SALES, J. S.; PEREIRA, F. S.; DOS SANTOS, E. P. Estudo de estabilidade de emulsão cosmética com potencial de creme hidratante para o tratamento da xerose cutânea utilizando o óleo de babaçu (*Orbignya phalerata martius*). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 29552-29570, 2021.

SAINI, R. K.; KEUM, Y. Carotenoid extraction methods: A review of recent developments. **Food Chemistry**, v. 240, p. 90-103, 2017.

SANDRI, M. C. M.; GOMES, S. I. A. A.; BOLZAN, J. A. **Química Orgânica Experimental - Aplicação de Métricas Holísticas de Verdura:** Estrela Verde e Matriz Verde. Curitiba: IFPR, 2018. p. 1-173.

SALGADO, J. **Alimentos funcionais**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

TEIXEIRA, M. R. M. **Elaboração de um creme hidratante com extrato de butiá (*Butiá yatay*)**. 2023. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

ZERAIK, M. L.; YARIWAKE, J. H. Extração de β-caroteno de cenouras: uma proposta para disciplinas experimentais de química. **Química nova**, v. 31, n. 5, p. 1259-1262, 2008.

ZARO, M. **Desperdício de alimentos**: velhos hábitos, novos desafios. 2. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2018.