

## Revestimento do corante licopeno presente no tomate como alternativa de suplementação alimentar

Coating with lycopene dye present in tomatoes as an alternative food supplementation

Recubrimiento con colorante de licopeno presente en tomates como complemento alimenticio alternativo

Recebido: 04/12/2023 | Revisado: 27/12/2023 | Aceitado: 29/12/2023 | Publicado: 05/01/2024

### **Romário da Silva Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7747-3904>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: romariofisico@gmail.com

### **Gláucio de Meneses Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5708-7010>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: glauciops1@hotmail.com

### **Agílio Tomaz Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8364-5063>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: agiliotomaz@hotmail.com

### **Sandra Maijane Soares de Belchior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: sandrabelchior@hotmail.com

### **Oswaldo Soares da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4608-0638>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: osvaldo@ccta.ufcg.edu.br

### **Resumo**

O licopeno é um carotenoide, substância que confere ao tomate e a outros vegetais a coloração vermelha, que se destaca por ser um dos antioxidantes mais potentes observados em pesquisas. Ele também é conhecido como um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio. Isto pode estar associado à diminuição do risco de doenças crônicas como as cardiovasculares e câncer, principalmente o de próstata e o de mama, quando adotada uma dieta a base de tomate e derivados ricos em licopeno. Diante do exposto, a presente pesquisa teve como principal objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a microencapsulação do tomate e a retenção de licopeno nos diferentes processos. Foi realizado com esse estudo um levantamento bibliográfico entre 2017 e 2023 de estudos relacionados a meta-análises da microencapsulação do licopeno. Foram encontrados 27 artigos de revisão, três foram eliminados após leitura de resumo e 24 não falavam diretamente. Verificou-se que o objetivo do trabalho foi cumprido, tendo em vista que foram apresentados valores considerados relevantes na retenção deste carotenoide depois de microencapsulado, o que torna a sua aplicação uma possível sugestão para uma melhor nutrição humana.

**Palavras-chave:** Secagem por atomização; Spray drying; Carotenoide.

### **Abstract**

Lycopene is a carotenoid, a substance that gives tomatoes and other vegetables their red color, which stands out for being one of the most powerful antioxidants observed in research. It is also known as one of the best biological suppressors of free radicals, especially those derived from oxygen. This may be associated with a reduced risk of chronic diseases such as cardiovascular diseases and cancer, especially prostate and breast cancer, when adopting a diet based on tomatoes and derivatives rich in lycopene. In view of the above, the main objective of this research was to carry out a literature review on tomato microencapsulation and lycopene retention in different processes. With this study, a bibliographical survey was carried out between 2017 and 2023 of studies related to meta-analyses of lycopene microencapsulation. 27 review articles were found, three were eliminated after reading the abstract and 24 did not speak directly. It was verified that the objective of the work was fulfilled, considering that values considered relevant in the retention of this carotenoid after microencapsulation were presented, which makes its application a possible suggestion for better human nutrition.

**Keywords:** Spray drying; Spray drying; Carotenoid.

## Resumen

El licopeno es un carotenoide, una sustancia que da el color rojo a los tomates y otras verduras, que destaca por ser uno de los antioxidantes más potentes observados en las investigaciones. También es conocido como uno de los mejores supresores biológicos de los radicales libres, especialmente los derivados del oxígeno. Esto puede estar asociado a una reducción del riesgo de enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares y cáncer, especialmente de próstata y de mama, al adoptar una dieta a base de tomates y derivados ricos en licopeno. En vista de lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue realizar una revisión de la literatura sobre la microencapsulación del tomate y la retención de licopeno en diferentes procesos. Con este estudio se realizó un levantamiento bibliográfico entre 2017 y 2023 de estudios relacionados con metanálisis de microencapsulación de licopeno. Se encontraron 27 artículos de revisión, tres fueron eliminados luego de la lectura del resumen y 24 no hablaban directamente. Se verificó que se cumplió con el objetivo del trabajo, considerando que se presentaron valores considerados relevantes en la retención de este carotenoide luego de la microencapsulación, lo que hace que su aplicación sea una posible sugerencia para una mejor nutrición humana.

**Palabras clave:** Secado por aspersión; Secado por aspersión; Carotenoide.

## 1. Introdução

A alimentação dos seres humanos teve um significativo aumento na produção de radicais livres, o que pode conduzir a várias formas de danos celulares e o desenvolvimento de diferentes doenças. Devido a este fato, ampliaram-se as pesquisas dos alimentos funcionais, que podem reduzir ou prevenir as lesões causadas pelos radicais livres por meio de suas atividades antioxidantes (Bianchi & Antunes, 1999). As substâncias presentes nestes alimentos são principalmente ácidos graxos (ômega 3), carotenoides, probióticos, fibras alimentares e proteínas. Dentre os alimentos funcionais mais notáveis existe o tomate, apresentando na sua composição a vitamina C, vários bioativos e muitos outros minerais essenciais à saúde (Lin & Chen, 2005; Tomas et al., 2017). Pesquisas têm chamado a atenção por mostrarem que o consumo regular do tomate está ligado com a redução de algumas doenças, como as cardiovasculares e o câncer, por exemplo (Rao & Rao, 2007).

Um dos agentes presentes neste fruto que desponta como vital para uma boa saúde é o licopeno, um carotenoide acíclico, responsável pela pigmentação vermelha deste e de outros alimentos. Apesar de não ser muito difundido na natureza, o licopeno é encontrado no tomate em quantidade muito elevada. Este carotenoide é muito resistente ao calor, consequentemente aos diferentes processos culinários, mas pode tornar-se susceptível a isomerização e oxidação durante o processamento e a estocagem. Sua absorção digestiva é aumentada se o tomate for cozido e se um pouco de gordura for adicionado (Astorg, 1997).

O licopeno se destaca entre todos os carotenoides devido suas propriedades antioxidantes e por ser responsável pela redução de alguns tipos de câncer (Rao et al., 2006; Rodriguez-Amaya, 2008). Ele pode ser encontrado em diversos órgãos humanos, mas sua absorção pode variar dependendo de fatores biológicos, estilo de vida, idade, sexo, estado hormonal e outros fatores (Rao et al., 2006). O tomate, assim como seus derivados, é considerado como uma das principais fontes de licopeno e seu consumo contribui com cerca de 80% do total ingerido por dia desta substância.

O processamento térmico ainda é a principal técnica para manter a concentração do licopeno, porém, a busca pelo consumo de alimentos mais próximo do seu natural, em uma tentativa de preservar os nutrientes e as características sensoriais pelo corpo humano, tem levado o uso de novos processamentos de alimentos. Um destes novos procedimentos é o processo de separação por membranas, alternativa que serve para preservar a concentração de polpas e sucos de frutas utilizando muito pouco a temperatura e mantém a qualidade do produto final (Paes et al., 2015).

As membranas podem ser definidas como barreiras que separam duas fases e que se restringem, total ou parcialmente, com o transporte de diferentes variações químicas presentes nestas fases. Essas membranas podem ser do tipo porosa, distinguindo entre si apenas o tamanho e a pressão aplicada dos poros, e na forma densa, fazendo parte dos compostos de alguma mistura qualquer por difusão (Girard & Fukumoto, 2000). Dos diversos métodos de separação com membranas destacam-se dois: a concentração e a diafiltração. No método de concentração, o permeado do produto é recolhido

continuamente, levando a concentração das soluções rejeitadas pela membrana. Já na diafiltração, adiciona-se um solvente puro para suprir o volume reconhecido pelo permeado.

Observando a relevância do tema, o objetivo desta pesquisa é buscar entender se é possível obter um produto em pó, rico em licopeno, por meio da integração dos processos de separação por membrana e de secagem por atomização do tomate. Para tal feito, será investigada em literatura processos que se propuseram a fazer tal tarefa utilizando diferentes processos de microencapsulação no intuito de analisar como a retenção de licopeno varia nestes processos e avaliar se a difusão destes produtos obtidos pode ser de alguma valia para a população em geral consumir e usufruir de seus benefícios.

A presente pesquisa teve como principal objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a microencapsulação do tomate e a retenção de licopeno nos diferentes processos. Foi realizado com esse estudo um levantamento bibliográfico entre 2017 e 2023 de estudos relacionados a meta-análises da microencapsulação do licopeno. Foram encontrados 27 artigos de revisão, três foram eliminados após leitura de resumo e 24 não falavam diretamente.

## 2. Metodologia

O estudo aqui exposto foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica do tipo revisão integrativa de literatura. Este tipo de revisão tem por finalidade sintetizar os resultados obtidos em pesquisas de um determinado tema de forma metódica, ordenada e compreensiva (Lima *et al.*, 2017).

A revisão integrativa é tida como uma pesquisa auxiliar e de análise do que já existe, ou seja, daquilo que já foi publicado, usando métodos sistemáticos e pré-definidos para ajudar o trabalho e esclarecer discussões encontradas em publicações sobre referido tema. A elaboração da pesquisa seguirá os princípios do estudo exploratório, que consiste em uma releitura de materiais bibliográficos de determinado tema por meio de artigos científicos, livros, monografias e dissertações (Lima *et al.*, 2017).

Esse tipo de investigação científica, de abordagem descritiva e qualitativa, foi desenvolvida em etapas que compreenderam a definição do título e objeto; elaboração dos objetivos; fundamentação pautada na justificativa de abordagem do tema e em sua problemática, bem como a utilização de critérios para a inclusão ou não de determinados artigos ou fontes, tendo sido priorizados artigos atualizados, de plataformas acadêmicas e sua disponibilidade on-line, tais como Scielo, Biblioteca Virtual de Saúde e Google Acadêmico, utilizada a partir da base de dados Elsevier em inglês.

Quanto aos critérios de inclusão foram selecionados para a revisão de literatura artigos em língua portuguesa, espanhola e inglesa, bem como trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses publicados nos últimos 6 anos. Já nos critérios de exclusão foram desconsiderados artigos que não abordam o tema ou o objetivo de pesquisa e artigos em duplicidade.

Para organizar as informações dos trabalhos selecionados, foi utilizada a leitura flutuante dos títulos e resumos dos trabalhos bem como os resultados apresentados. Para tanto, será feita uma busca por descritores, obedecendo critérios de inclusão e exclusão, conforme a temática objeto deste. A Figura 1 mostra o fluxograma desta metodologia.

**Figura 1** - Fluxograma de Pesquisa.



Fonte: Autores.

O Quadro 1, a seguir, apresenta o resultado das filtragens realizadas e, que se constituem no "corpus" da pesquisa, ou seja, o material selecionado para ser analisado ou discutido e que serve para se desvelar o que se encontra na literatura científica específica sobre o assunto, constituindo-se então em um material de apoio sobre o estado atual dos estudos realizados conforme os critérios de seleção.

**Quadro 1** - Formato de seleção da pesquisa.

	Número de artigos selecionados	Número de artigos descartados	Crítérios
Inicialmente	27	-	Título, palavras-chave, autores, data, relevância.
Após a leitura do resumo	24	3	Pertinência com o tema, metodologia, resultados.
Após a leitura completa	1 [de Souza (2007)]	23	Pertinência com o tema, metodologia, resultados.

Fonte: Autores.

### 3. Resultados e Discussão

Objetivou-se com esse estudo realizar um levantamento bibliográfico no período de 2017 a 2023 de estudos relacionados a encapsulação do licopeno presente no fruto do tomate. Para os termos descritores, citam-se: Secagem do tomate, com ênfase nas revisões voltadas para microencapsulação do licopeno. Foram encontrados 27 artigos de revisão, três foram eliminados após leitura de resumo e 24 não falavam diretamente.

Analisando estas bibliografias a respeito da secagem do tomate, foi possível observar resultados significativos obtidos por *de Souza* (2017) para o processo de despolpamento do tomate. Segundo o mesmo autor, quando realizado em batelada, o rendimento foi de aproximadamente 74%, além de apresentar dados para a capacidade antioxidante usando o método ABTS.

Foi mostrado que ao se aplicar o método da microfiltração utilizando membranas cerâmicas é percebida uma redução de 53,3% no fluxo nos primeiros 90 minutos, que ao final do processo foi de 21,4 kg/h.m<sup>2</sup>. A elevada viscosidade apresentada ao longo do processamento dificultou a concentração da polpa de tomate a um fator de concentração mais elevado.

Uma consideração importante a se fazer é a de que os valores apresentados neste trabalho apontam que o processo de microfiltração da polpa de tomate reteve o licopeno em 100%, algo de extrema importância para um possível produto encapsulado. Comparados com a alimentação diária, os valores que foram apresentados para a capacidade antioxidante mostraram uma alteração significativa, apresentado um fator de concentração próximo de 2, o que é um comportamento semelhante ao do carotenoide licopeno durante o processo de microfiltração. Isto indica que existe uma correlação entre o aumento da capacidade antioxidante em função do aumento do teor de licopeno ao longo do processo de microfiltração. Também foi mostrada que a concentração de vitamina C da polpa de tomate permaneceu praticamente estável em todas as

frações, apresentando apenas um pequeno aumento na fração do permeado de suco. Além do licopeno, também houve uma elevada concentração de minerais, cálcio, fósforo, potássio, cobre, magnésio, ferro e zinco, para o extrato concentrado de tomate, algo de grande importância para uma suplementação alimentar dos seres humanos.

Também notou-se que o teor de licopeno dos pós produzidos para diferentes agentes encapsulantes variou de 333,71 a 494,41 µg/g, o que representa perdas de 59 a 72% durante a secagem. Estas perdas podem estar relacionadas à alta temperatura utilizada no processo, mas não ficou claro até o momento.

Vale salientar que *de Souza* (2017) mostrou a evolução da retenção de licopeno após 28 dias de armazenamento a 25°C e foi notado que o valor do carotenoide variou entre 7 e 33%, indicando uma alta instabilidade do composto, mesmo na forma encapsulada. As menores taxas para a constante de degradação foram observadas nas partículas produzidas com os encapsulantes maltodextrina e Capsul®. Isso quer dizer que estes materiais conferiram maior proteção ao licopeno tanto durante o processo de secagem quanto ao longo do armazenamento, logo, foram considerados os agentes encapsulantes mais adequados para a preservação deste composto.

Apesar das perdas relativamente elevadas no teor de licopeno nas cápsulas resultantes com o passar dos dias, é possível observar valores entre 300 e 400 µg/g de licopeno, que são considerados razoáveis e benéficos para a saúde humana.

#### 4. Conclusão

A pesquisa mostrou que a concentração de licopeno para a microencapsulação do tomate foi bastante elevada, assim como a concentração de compostos fenólicos e vitamina C, o que ocorreu devido às características de suas membranas. Ainda foi examinada a concentração da polpa obtida por osmose inversa, a qual proporcionou a concentração dos compostos bioativos do tomate em uma margem de duas a três vezes a inicial, mostrando um aumento da capacidade antioxidante desta hortaliça.

A microencapsulação do extrato de tomate por *spray drying* resultou em um produto com elevada concentração de licopeno e elevada capacidade antioxidante. Logo, verificou-se que o objetivo do trabalho foi cumprido tendo em vista que o agente principal deste estudo mantém bons índices depois da microencapsulação e pode ser uma possível alternativa para a dieta dos seres humanos nesta forma final.

Para trabalhos futuros, ainda existe a expectativa de analisar como diferentes emulsificantes variam a taxa de retenção de licopeno e como podem maximizar a absorção desta substância pelo corpo humano.

#### Referências

- Amiri-Rigi, A. & Abbasi, S. (2016). Analytical Methods- Microemulsion-based lycopene extraction: Effect of surfactants, co-surfactants and pretreatments. *Food Chemistry*, 197, 1002–1007.
- Amorim-Carrilho, K. T., Cepeda, A., Fente C. & Regal, P. (2014). Review of methods for analysis of carotenoids. *Trends in Analytical Chemistry*, 56, 49–73.
- Astorg, P. (1997). Food carotenoids and cancer prevention: an overview of current research. *Trends in Food Science & Technology*, 8(12), 406–413.
- Augustin, M. A. & Oliver, C. M. (2014). Use of milk proteins for encapsulation of food ingredients. *Microencapsulation in the food industry*, 211–226.
- Azeredo, H. M. C (2005). Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. *Alimentos e nutrição*, 16(1), 89–97.
- Bianchi, M. L. P. & Antunes, L. M. G. (1999). Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Revista de nutrição*, 12, 123–130.
- Blanch, G. P., Castillo, M. L. R., Caja, M. M., Pérez-Méndez, M. & Sánchez-Cortés, S. (2007). Stabilization of all-trans-lycopene from tomato by encapsulation using cyclodextrins. *Food Chemistry*, 5, 1335–1341.
- Campos, E., Branquinho, J., Carreira, A. S., Carvalho, A., Coimbra, P., Ferreira, P. & Gil, M. H. (2013). Designing polymeric microparticles for biomedical and industrial applications. *European Polymer Journal*, 49, 2005–2021.
- Carvalho, J. L. & Pagliuca, L. G (2007). Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. *Revista Hortifruti Brasil*.

- da Silva, M. V., Junior, B. D., & Visentainer, J. V. (2014). Produção e caracterização de maltodextrinas e sua aplicação na microencapsulação de compostos alimentícios por spray drying. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 16(1).
- Desai, K. G. H. & Park, H. J. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, 23, 1361-1394.
- de Souza, A. L. R. (2007). *Obtenção de um pó rico em licopeno a partir da integração dos processos de separação por membranas e secagem por atomização*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Fávaro-Trindade, C. S., Pinho, S. C & Rocha, G. A. (2008). Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, 11(2), 103-112.
- Girard, B. & Fukumoto, L. R. (2000). Membrane processing of fruit juices and beverages: a review. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 40(2), 91-157.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food research international*, 40(9), 1107-1121.
- Gomes, F. D. S. (2007). Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. *Revista de Nutrição*, 20, 537-548.
- I Ré, M. (1998). Microencapsulation by spray drying. *Drying technology*, 16(6), 1195-1236.
- Keshani, S., Daud, W. R. W., Nourouzi, M. M., Namvar, F., & Ghasemi, M. (2015). Spray drying: An overview on wall deposition, process and modeling. *Journal of Food Engineering*, 146, 152-162.
- Almeida Lima, S. V. M., Nunes, J., Santos, L., Silva, G., Melo, H., & Chaves, S. (2017). O programa mais médicos e a atenção básica no brasil: uma revisão integrativa. *Gestão e Sociedade*, 11(30).
- Lin, C. H., & Chen, B. H. (2005). Stability of carotenoids in tomato juice during storage. *Food Chemistry*, 90(4), 837-846.
- Matioli, G., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2002). Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrina: Estudo da estabilidade. *Braz. J. Food Technol*, 5, 197-203.
- Mulder, M. (1996). Basic principles of membrane technology. *Springer science & business media*.
- Murugesan, R., & Orsat, V. (2012). Spray drying for the production of nutraceutical ingredients—a review. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 3-14.
- Nazzaro, F., Orlando, P., Fratianni, F., & Coppola, R. (2012). Microencapsulation in food science and biotechnology. *Current opinion in biotechnology*, 23 (2), 182-186.
- Nunes, I. L., & Mercadante, A. Z. (2007). Encapsulation of lycopene using spray-drying and molecular inclusion processes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 893-900.
- Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, 74, 10-36.
- Paes, J., da Cunha, C. R., & Viotto, L. A. (2015). Concentration of lycopene in the pulp of papaya (*Carica papaya* L.) by ultrafiltration on a pilot scale. *Food and Bioprocess Processing*, 96, 296-305.
- Perretti, G., Troilo, A., Bravi, E., Marconi, O., Galgano, F., & Fantozzi, P. (2013). Production of a lycopene-enriched fraction from tomato pomace using supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, 82, 177-182.
- Poojary, M. M., & Passamonti, P. (2015). Optimization of extraction of high purity all-trans-lycopene from tomato pulp waste. *Food Chemistry*, 188, 84-91.
- Poshadri, A., & Aparna, K. (2010). Microencapsulation technology: a review. *Journal of Research ANGRAU*, 38(1), 86-102.
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological research*, 55(3), 207-216.
- Rao, A. V., Ray, M. R., & Rao, L. G. (2006). Lycopene. *Advances in food and nutrition research*, 51, 99-164.
- Razi, B., Aroujalian, A., & Fathizadeh, M. (2012). Modeling of fouling layer deposition in cross-flow microfiltration during tomato juice clarification. *Food and Bioprocess Processing*, 90(4), 841-848.
- Rocha, G. A., Fávaro-Trindade, C. S., & Grosso, C. R. F. (2012). Microencapsulation of lycopene by spray drying: Characterization, stability and application of microcapsules. *Food and bioprocess processing*, 90(1), 37-42.
- Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M., Godoy, H. T., & Amaya-Farfan, J. (2008). Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(6), 445-463.
- Schwartz, L. (2003). Diafiltration: A fast, efficient method for desalting, or buffer exchange of biological samples. *Pall Scientific & Technical Report*, 33289.
- Strati, I. F., & Oreopoulou, V. (2014). Recovery of carotenoids from tomato processing by-products—a review. *Food research international*, 65, 311-321.
- Sweedman, M. C., Tizzotti, M. J., Schäfer, C., & Gilbert, R. G. (2013). Structure and physicochemical properties of octenyl succinic anhydride modified starches: A review. *Carbohydrate polymers*, 92(1), 905-920.
- Tomas, M., Beekwilder, J., Hall, R. D., Sagdic, O., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2017). Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants. *Food chemistry*, 220, 51-58.