

Obtenção e Estabilização por Nanoencapsulamento de Vitamina C Oriunda de Resíduo Agroindustrial

Obtaining and Stabilization by Nanoencapsulation of Vitamin C from Agroindustrial Residue

José Augusto de Almeida Nascimento¹; Dirliane Santos Duarte²; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima³; Douglas de Britto⁴

Abstract

The agro-industrial activity generates byproducts that cause environmental impacts, having, however, potential to be recycled to obtain bioactive compounds, e.g., vitamins. Thus, aiming the isolation and stabilization of vitamin C, obtained from byproducts of acerola juice industrial activity, the encapsulation into chitosan nanoparticles (NP) by ionotropic gelation was applied. The NP were characterized regarding its size, zeta potential and several vitamin C stability tests. The NP showed size near 100 nm with good stability, excepted in presence of light. Comparatively, the NP maintained about 64, 66 and 56% of the initial concentration of vitamin C on the 15th day, when under light conditions, high temperature and oxidizing atmosphere, respectively, while the non-encapsulated systems degraded at a slightly higher rate. These finds indicate the viability of the method in to stabilize vitamin C, having potentiality to be used in nutraceutical products.

Palavras-chave: quitosana, acerola, gelificação iônica, estabilidade.

Keywords: chitosan, acerola, ionotropic gelation, stability.

¹Mestrando em Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Estudante de Licenciatura em Química, IF Sertão Pernambucano, estagiária Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Químico, D.Sc. em Química, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

O aproveitamento de resíduos agroindustriais tem motivado muitos estudos e aplicações. Do ponto de vista ambiental, a correta destinação desses resíduos é desejada para minimizar o impacto ambiental e acúmulo de rejeitos. Do ponto de vista tecnológico, esses resíduos podem ser reaproveitados para a extração de moléculas e macromoléculas com propriedades bioativas, tendo potencialidade de exploração econômica. Um tipo de resíduo muito comum no Vale do São Francisco é o resíduo de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) oriundo do processamento da polpa da fruta.

No caso da acerola, foi realizado um estudo no qual se observou que no resíduo do processamento ainda havia uma quantidade significativa de vitamina C residual (COSTA, 2012). Essa vitamina pode ser reaproveitada por meio de processos de extração e estabilização, visto que as vitaminas, principalmente a vitamina C, são compostos sensíveis e instáveis quanto à temperatura, atmosfera oxidante ou luz. Uma solução para isso é empregar polissacarídeos com poder quelante, como a quitosana, que tem a capacidade de se ligar com vários tipos de substâncias e possibilitar sua extração e estabilização.

Adicionalmente, a quitosana pode formar, também, nanopartículas (NP) na presença de entrecruzante polivalente de carga oposta, e.g., tripolifosfato, possibilitando encapsular essas vitaminas e aumentar consideravelmente sua estabilidade (BRITTO et al., 2014).

Este trabalho teve como objetivo extrair e avaliar a estabilidade da vitamina C obtida a partir do resíduo agroindustrial da produção de polpa de acerola, empregando-se a técnica de nanoencapsulação via gelificação iônica com tripolifosfato de sódio.

Material e Métodos

O resíduo agroindustrial de acerola foi cedido pela empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda., em Petrolina, PE. A metodologia básica consistiu em pesar 5 g do resíduo de acerola em tubo Falcon e submetendo-a à extração com 50 mL de solução aquosa de quitosana (3 mg/mL) em HCl 0,1% (v/v). Após agitação manual, a mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 5 minutos e 8 °C e o sobrenadante rico em vitamina C submetido ao processo de encapsulamento via gelificação ionotrópica com tripolifosfato de sódio (TPP, 1,2 mg/mL) (BRITTO et al., 2014), obtendo-se, assim, o sistema NP_{ex}.

Para efeito de comparação, foi preparado um sistema controle, que consistiu de 60 mg de vitamina C pura adicionada à solução de quitosana (3 mg/mL) em HCl 0,1 % (v/v) e submetida à gelificação iônica nas mesmas condições (NP_{pr}). Adicionalmente, outros sistemas de controle foram realizados, sendo o primeiro com ácido ascórbico em água desionizada (0,60 mg/mL), denominado AA_{ag} e o segundo com o sobrenadante do resíduo de acerola extraído apenas com ácido oxálico a 0,5 % (m/v) (VC_{ox}). A eficiência de encapsulamento (EE) foi determinada a partir de curva de calibração de ácido ascórbico em ácido metafosfórico 1,0 % (m/v) em espectrofotômetro Uv-visível.

A estabilidade da vitamina C na suspensão aquosa de NP foi avaliada submetendo-se os sistemas a diferentes condições de estocagem e quantificando-se a vitamina em intervalos de tempos pré-determinados. As condições foram: incidência de luz fluorescente, temperatura e saturação de O₂. Para a exposição à luz, suspensões de NP foram colocadas em estufa equipada com fotoperíodo constante a 25 °C por 15 dias.

Para a influência da temperatura, NP foram colocados em câmara climática a 35 °C na ausência de luz por 15 dias. Para a influência do oxigênio (ausência de luz, 25 °C), a suspensão de NP foi saturada com O₂ por 10 minutos. Para as análises, alíquotas de 1 mL da suspensão de NP foram separadas e centrifugadas e a vitamina C quantificada via curva de calibração. As sínteses e análises foram feitas em duplicatas.

As suspensões de NP foram caracterizadas quanto ao tamanho por espalhamento de luz dinâmico (DLS) e potencial zeta, além da variação de turbidez por transmitância (espectrometria no UV-visível).

Resultados e Discussão

O decréscimo na concentração de vitamina C em função do tempo foi menor para os sistemas NP nas três condições estudadas (Figura 1). Para a influência da luz, comparando-se com o valor inicial, as condições encapsuladas (NP_{ex} e NP_{pr}) mantiveram cerca de 64 % da concentração inicial no 15º dia (Figura 1a). Este valor é elevado em comparação com os sistemas não encapsulados, em que a concentração atinge 48 % e 31 % para AA_{ag} e VC_{ox}, respectivamente, no final dos 15 dias. Da mesma forma, para a influência da temperatura, comparando-se com a concentração inicial, as amostras encapsuladas (NP_{ex} e NP_{pr}) apresentaram concentração equivalente a 66 % da quantidade inicial, enquanto os sistemas não encapsulados VC_{ox} e AA_{ag} atingiram 38 % e 47 %, respectivamente (Figura 1b).

Em concordância, a estabilidade de vitamina C sob ação de O_2 foi maior para sistemas encapsulados, nos quais a concentração atingiu cerca de 56% do seu valor inicial (Figura 1c). Estes resultados comprovam a eficácia do encapsulamento para a vitamina C (BRITTO et al., 2016).

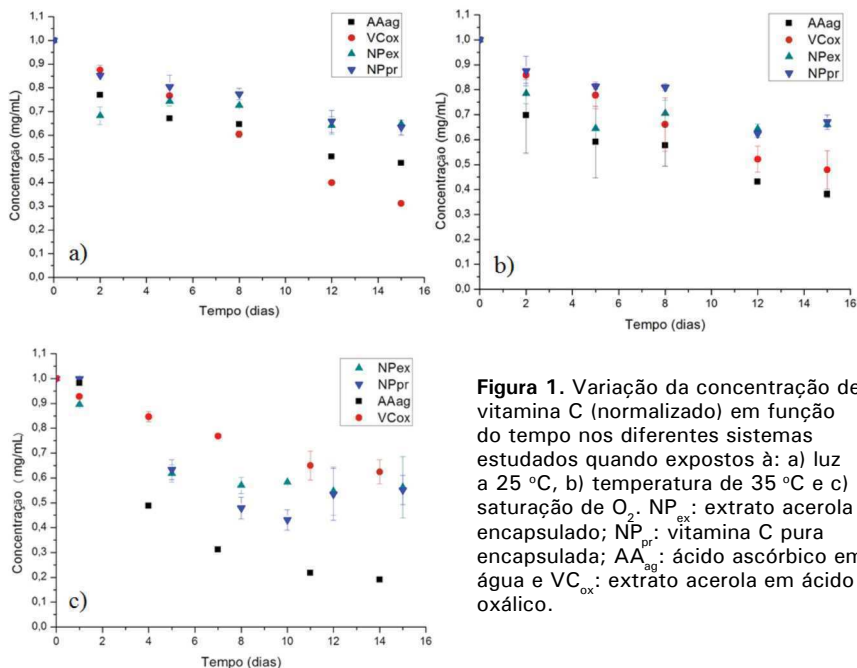


Figura 1. Variação da concentração de vitamina C (normalizada) em função do tempo nos diferentes sistemas estudados quando expostos à: a) luz a 25 °C, b) temperatura de 35 °C e c) saturação de O_2 . NP_{ex}: extrato acerola encapsulado; NP_{pr}: vitamina C pura encapsulada; AA_{ag}: ácido ascórbico em água e VC_{ox}: extrato acerola em ácido oxálico.

A partir dos resultados medidos por DLS (Tabela 1), observa-se que as NP_{pr} apresentaram variação de tamanho quando expostas a diferentes condições de armazenamento. A variação foi mais significativa para NP_{ex} exposta à incidência de luz, enquanto para a ação da temperatura e oxigênio, a variação não foi significativa. Assim, a incidência de luz foi a condição de maior instabilidade para as NP_{pr}. Não está claro, ainda, o mecanismo envolvido, mas geralmente em condições desfavoráveis as NP tendem a se aglomerar e precipitar (BRITTO et al., 2014).

Tabela 1. Tamanho e potencial zeta das NP_{pr} quando expostas à luz, temperatura (35 °C) e oxigênio.

Sistemas	Tamanho das NP (nm)	Potencial Zeta (mV)
NP _{pr}	99,6 ± 5,6	19,3 ± 2,2
NP _{pr} - Luz	242,4 ± 0,8	22,1 ± 0,3
NP _{pr} - Temp.	109,4 ± 1,4	15,7 ± 2,4
NP _{pr} - O ₂	110,5 ± 0,6	17,2 ± 2,5

O potencial zeta está relacionado também com a estabilidade das NP. Valores altos de potencial zeta (acima de ± 30 mV) formam suspensões de nanopartículas mais estáveis, pois as forças repulsivas tendem a prevenir a agregação em função das interações com as nanopartículas adjacentes.

Na Tabela 1, observa-se que, amostra sob influência da luz (NP_{pr} - Luz) apresentou ligeiro aumento no potencial zeta, enquanto as amostras sob ação da temperatura (NP_{pr} - Temp.) e oxigênio (NP_{pr} - O₂) apresentaram ligeira queda, quando comparadas com o sistema inicial. De um lado, isso indica que para a influência da luz, embora apresentando variação significativa de tamanho, o sistema permaneceu estável, sem tendência a se precipitar. Por outro lado, a queda do potencial zeta em função da temperatura e O₂ indicam instabilidade do sistema. No entanto, não se observa variação significativa no tamanho. Assim, conclui-se que os sistemas apresentaram boa estabilidade durante o período de observação.

A análise de turbidez é um indicativo da estabilidade do sistema e os resultados indicam que o sistema NP_{pr} permaneceu estável durante o período de armazenamento (Figura 2a), visto que não ocorre variação de transmitância nos comprimentos de onda de 450 nm e 600 nm com 45 mg de TPP. Isso está de acordo com os resultados discutidos acima, obtidos pelas técnicas de DLS e potencial zeta. O sistema NP_{ex} (Figura 2b) mostrou alguma variação durante o período de armazenamento, indicando instabilidade do sistema e possibilidade de formação de aglomerados e precipitação (Figura 2a).

A variação de turbidez também foi proporcional à quantidade de TPP. Considerando-se a transmitância em 450 nm, a queda foi de 20% para NP_{ex} obtida com 40 mg de TPP, enquanto para NP_{ex} obtida com 50 mg de TPP, a diferença aumentou para 31% (Figura 2b).

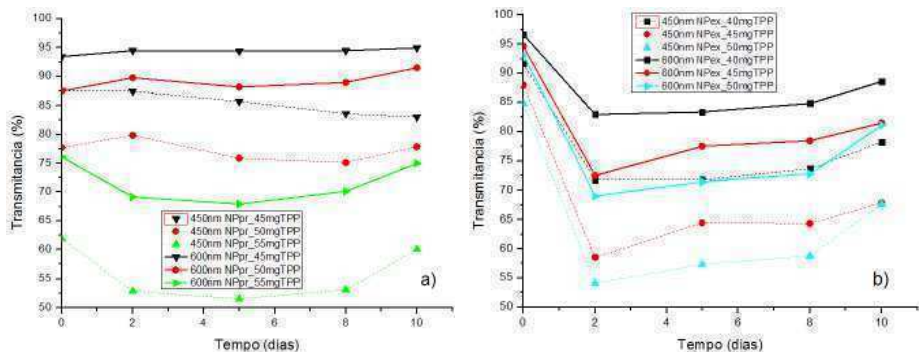


Figura 2. Variação da transmitância em 450 nm e 600 nm em função do tempo de armazenamento para a) NP_{pr} e b) NP_{ex} com diferentes proporções de entrecruzante TPP expresso em mg.

Isso está de acordo com o reportado anteriormente, em que quantidades maiores de TPP resultam em NP maiores que tendem a se precipitar espontaneamente, configurando sistemas menos estáveis (BRITTO et al., 2014). Da mesma forma, para a amostra NP_{pr} (Figura 2a), ao aumentar a quantidade de TPP para 55 mg observou-se que o sistema teve um comportamento semelhante ao NP_{ex}, com a turbidez variando durante a estocagem.

Conclusão

A vitamina C encapsulada ficou mais estável que a não encapsulada sob diferentes condições de estocagem, indicando a validade do método de encapsulamento via gelificação ionotrópica com quitosana. O sistema ficou estável com as NP não se aglomerando e precipitando no período. A vitamina C assim reaproveitada tem potencial de aplicação nutracêutica.

Agradecimentos

À Capes, Univasf, Facepe e Rede AgroNano.

Referências

BRITTO, D.; MOURA, M. R.; AOUADA, F. A.; PINOLA, F. G.; LUNDSTEDT, L. M.; ASSIS, O. B. G.; MATTOSO, L. H. C. Entrapment characteristics of hydrosoluble vitamins loaded into chitosan and N,N,N-trimethyl chitosan nanoparticles.

Macromolecular Research, Heidelberg, v. 22, n. 12, p. 1261-1267, 2014.

BRITTO, D.; PINOLA, F. G.; MATTOSO, L. H. C.; ASSIS, O. B. G. Analysis of thermal and aqueous suspension stabilities of chitosan based nanoencapsulated vitamins.

Química Nova, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 1126-1130, 2016.

COSTA, A. C. S. **Qualidade e atividade antioxidante na porção comestível e resíduos do processamento de acerola produzida no Submédio do Vale do São Francisco.**

2012. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.