



COMUNICADO  
TÉCNICO

253

Fortaleza, CE  
Junho, 2019

**Embrapa**

## Micropartículas de Óleo de Pequi Obtidas por Coacervação Complexa com Goma de Cajueiro e Gelatina

Marília Alves do Nascimento  
Luana Carvalho da Silva  
Tiago Linhares Cruz Tabosa Barroso  
Joana de Barros Alexandre  
Carlucio Roberto Alves  
Roselayne Ferro Furtado  
Selene Daiha Benevides  
Celli Rodrigues Muniz  
Maria Elisabeth Silveira Barros

# Micropartículas de Óleo de Pequi Obtidas por Coacervação Complexa com Goma de Cajueiro e Gelatina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Marília Alves do Nascimento, Bióloga, mestra em Ciências Naturais, Fortaleza, CE; Luana Carvalho da Silva, Química, doutoranda em Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE; Tiago Linhares Cruz Tabosa Barroso, graduando do Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE; Joana de Barros Alexandre, Química, doutoranda em Ciências Naturais, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE; Carlucio Roberto Alves, Químico, professor da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE; Roselayne Ferro Furtado, Bióloga, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Selene Daiha Benevides, Engenheira de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Celli Rodrigues Muniz, Bióloga, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Maria Elisabeth Silveira Barros, Engenheira Química, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

## Introdução

A polpa de frutos do pequi (mesocarpo interno) que fica aderida ao caroço é utilizada amplamente na culinária do Centro-Oeste, sendo também apreciada em alguns estados do Norte e Nordeste, em Minas Gerais e São Paulo (Oliveira et al., 2008). No Ceará, a espécie mais comumente encontrada é a *Caryocar coriaceum* Witt, e no Cerrado a espécie *Caryocar brasiliensis* Camb. O óleo de pequi extraído da polpa, além de saborizar alimentos, também possui valor nutricional. Entre os componentes predominantes e de maior relevância, destacam-se os ácidos graxos oleico e

palmítico e os carotenoides. Além destes componentes majoritários, estão presentes vitaminas do complexo B (B1, B2, B3), vitamina A e E, e minerais (Cardoso et al., 2013). Na literatura, são encontrados trabalhos indicando o benefício do óleo por meio dos efeitos antioxidantes e cardiovasculares protetores (Miranda-Vilela et al., 2009; Ascari et al., 2013; de Carvalho et al., 2015).

Considerando-se os componentes presentes no óleo de pequi, os de maior instabilidade são os carotenoides e as vitaminas (Boon et al., 2010; Ribeiro et al., 2011; Ribeiro et al., 2012). Os carotenoides, quando absorvidos no trato gastrointestinal, atuam como antioxidan-

tes no organismo e eliminam radicais livres (Fiedor; Burda, 2014). O  $\beta$ -caroteno é o carotenoide predominante na polpa do fruto, equivalendo a 90% do total de carotenoides encontrados no pequi (Oliveira et al., 2006). Podem facilmente sofrer reações de isomerização e oxidação devido à sensibilidade a ação de fatores como luz, calor e pH. Outra importante característica é a sua capacidade de conversão em vitamina A, assim denominado como carotenoide pró-vitamina A (Ribeiro, 2010).

Uma alternativa a ser estudada visando proteger, evitar reações indesejáveis, mascarar odores ou promover liberação gradativa e/ou controlada de seus componentes com valor nutricional agregado é o encapsulamento do óleo de pequi.

Uma das técnicas de encapsulamento mais recomendadas para bioativos de natureza lipofílica é a coacervação complexa. Consiste na interação de polímeros catiônicos e aniônicos solúveis em água, que formam uma fase rica em polímeros, denominados de coacervados complexos. O emprego desta técnica é vantajoso por ser simples e a precipitação dos coacervados ocorrer facilmente em condições de temperaturas baixas (cerca de 10 °C).

Neste trabalho, está descrito como proceder para a formação de micropartículas de óleo de pequi (óleo de pequi microencapsulado) a partir de matrizes

de goma de cajueiro e gelatina bovina utilizando-se a técnica de coacervação complexa. Estas matrizes foram escolhidas em razão do caráter aniônico e catiônico da goma de cajueiro (um polissacarídeo ainda sem valor econômico agregado) e gelatina (uma proteína de baixo custo), respectivamente.

## Formação das micropartículas de óleo de pequi

### Preparação da goma de cajueiro

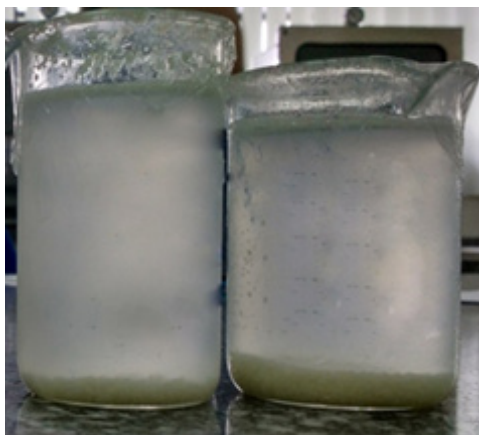
O isolamento de polissacarídeos do exsudato do cajueiro pode ser feito a partir de metodologia descrita por Silva et al. (2017). O exsudato é triturado em moinho de facas e, em seguida, solubilizado em água na proporção de 300 g da amostra para um litro de água. Após a solubilização, a amostra é filtrada e centrifugada (15.303 x g por 10 min a 25 °C). Na sequência, o sobrenadante é precipitado em etanol 96° GL (1:3, v/v) durante 24 h sob refrigeração (2–8 °C). O excesso de etanol é eliminado e o precipitado seco em estufa de circulação de ar a 60 °C. Por fim, o material seco é triturado, resultando na goma de cajueiro isolada.

### Produção das micropartículas

Óleo de pequi (1 g) é adicionado a 100 mL de solução de gelatina tipo B

*bloom 225* (força de gelificação) precedente de pele e couro bovino (1% m/v) previamente dispersa (em *ultraturrax*) e submetido à homogeneização em *ultraturrax*. Na sequência, 100 mL de solução da goma de cajueiro isolada (2% m/v) são adicionados à emulsão e homogeneizados; em seguida, são adicionados 400 mL de água destilada e homogeneizados novamente. Todas as homogeneizações são feitas em *ultraturrax* a 10.000 rpm por 3 minutos. Por fim, o pH da mistura é ajustado para 4,5 (HCl 2 M) e a solução é submetida à refrigeração (2–8 °C) por 24 horas. Após, observa-se nitidamente a formação de duas fases em que o precipitado contém os coacervados aglomerados (Figura 1).

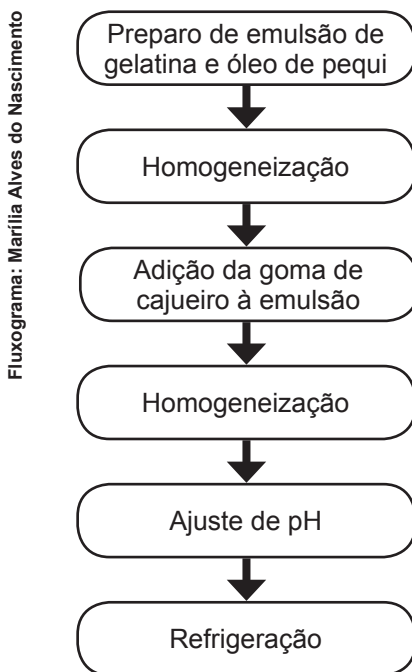
Foto: Roselayne Ferro Furtado



**Figura 1.** Imagem referente à precipitação dos coacervados (micropartículas) com óleo de pequi em matriz de goma de cajueiro e gelatina em pH 4,5.

Um fluxograma de cada etapa da metodologia para a formação das

micropartículas está representado na Figura 2.



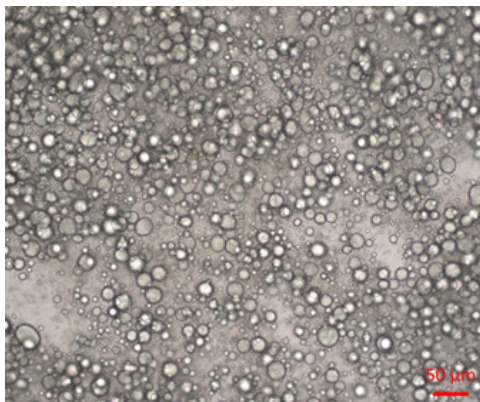
**Figura 2.** Fluxograma das etapas de preparação das micropartículas de óleo de pequi utilizando-se matrizes de gelatina e goma de cajueiro.

A solução contendo os coacervados pode ser liofilizada a fim de desidratar as micropartículas e facilitar o transporte e o armazenamento. Assim, recomenda-se fazer uma centrifugação da solução a 15.303 x g por 10 min a 25 °C para remover o excesso de água e, na sequência, o congelamento em *ultrafreezer* por 24 h a -80 °C para então submeter a solução à liofilização.

A partir da metodologia descrita, são obtidas micropartículas heterogêneas

com cerca de sete micrômetros (Figura 3) e com eficiência de encapsulamento de cerca de 70% (calculado em razão do óleo retido no interior das micropartículas e do óleo total encapsulado).

Foto: Marília Alves do Nascimento



**Figura 3.** Imagem obtida por microscopia óptica dos coacervados formados a partir de emulsão de goma de cajueiro/gelatina/óleo de pequi, pH 4,5.

O rendimento do processo de formação das micropartículas é em torno de 53% após secagem por liofilização, considerando-se a massa final das micropartículas em relação à massa inicial das matrizes (gelatina e goma de cajueiro) e do óleo de pequi em percentagem (Nascimento, 2016). Análises físico-químicas realizadas para avaliar a oxidação do óleo e o teor de carotenoides das partículas indicaram uma pequena alteração nas características do óleo (< 30%), embora não tenha ficado claro se a redução ocorreu devido ao método de extração do óleo de dentro das micropartículas

(por aquecimento) ou ao método de encapsulamento (Freitas et al., 2017; Ribeiro et al., 2017).

## Considerações

O encapsulamento do óleo de pequi por coacervação complexa, a partir de matriz de goma de cajueiro e gelatina, é um processo atrativo, haja vista a simplicidade e não envolver temperaturas elevadas. As micropartículas poderiam ser utilizadas como alternativas a cápsulas comerciais de óleo de pequi para uso nutracêutico ou poderiam ser introduzidas na formulação de cosméticos, alimentos ou bebidas mediante a realização de testes específicos de validação para cada aplicação.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão das bolsas de mestrado às alunas Luana Carvalho e Marília Alves; e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) pela concessão de bolsa de mestrado à aluna Joana Alexandre. Agradecemos também à empresa Rousselot® por gentilmente nos conceder a gelatina utilizada neste trabalho.

## Referências

- ASCARI, J.; TAKAHASHI, J. A.; BOAVENTURA, M. A. D. The phytochemistry and biological aspects of *Caryocaraceae* family. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 2, p. 293-308, 2013.
- BOON, C. S.; MCCLEMENTS, D. J.; WEISS, J.; DEKER, E. A. Factors influencing the chemical stability of carotenoids in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 50, n. 6, p. 515-532. 2010.
- CARDOSO, L. de E. M.; REIS, B. de L.; HAMACEK, F. R.; SANT'ANA, H. M. P. Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the brazilian Savannah. **Fruits**, v. 68, n. 1, p. 3-14. 2013.
- CARVALHO, L. S. de; PEREIRA, K. F.; ARAÚJO, E. G. de. Características botânicas, efeitos terapêuticos e princípios ativos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 19, n. 2, p. 147-157, 2015.
- FIEDOR, J.; BURDA, K. Potencial role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. **Nutrients**, v. 6, n. 2, p. 466-488, 2014.
- FREITAS, M. N.; RIBEIRO, S. F.; BARROS, M. E. S. Estudo comparativo da qualidade do óleo de pequi artesanal e do obtido em laboratório. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 15., 2017, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. p. 27.
- MIRANDA-VILELA, A. L.; PEREIRA, L. C. S.; GONÇALVES, C. A.; GRISOLIA, C. K. Pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male na female runners. **Nutrition Research**, v. 29, p. 850-858, 2009.
- NASCIMENTO, N. A. dos. **Formação de microcápsulas de óleo de pequi em matriz de goma de cajueiro e gelatina por coacervação complexa**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- OLIVEIRA, M. N. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.
- OLIVEIRA, M. E. B. de; GUERRA, N. B.; BARROS, L. de M.; ALVES, R. E. **Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/10884/1/Dc-113.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.
- RIBEIRO, C. M. **Óleo de pequi: qualidade físico-química, teor de carotenoides e uso em animais com carência de vitamina A**. 2010. 85 f. Dissertação (Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RIBEIRO, C. M.; BOAS, E. V. de B. V.; RIULL, T. R.; PANTOJA, L.; MARINHO, H. A.; SANTOS, A. S. dos. Influence of the extraction method and

storage time on the physicochemical properties and carotenoid levels of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 2, p. 386-392, 2012.

RIBEIRO, D. O.; PINTO, D. C.; LIMA, L. M.; VOLPATO, N. M.; CABRAL, L. M.; SOUSA, V. P. Chemical stability study of vitamins thiamine, riboflavin, pyridoxine and ascorbic acid in parenteral nutrition for neonatal use. **Nutrition Journal**, v. 10, n. 47. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3115844/> Doi: 10.1186/1475-2891-10-47. Acesso em: 02 fev. 2019.

RIBEIRO, S. F.; BARROSO, T. L. C. T.; FREITAS, M. N. de; BENEVIDES, S. D.; FURTADO, R. F.

Caracterização físico-química do óleo de pequi após o microencapsulamento por coacervação complexa. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 15., 2017, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. p. 41.

SILVA, L. C.; NASCIMENTO, M. A.; MENDES, L. G.; FURTADO, R. F.; COSTA, J. M. C.; CARDOSO, A. L. H. Optimization of cashew gum and chitosan for microencapsulation of pequi oil by complex coacervation. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13538>. Acesso em: 13 set. 2018.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria Tropical**  
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici  
60511-110, Fortaleza, CE  
Fone: (85) 3391-7100  
Fax: (85) 3391-7109 / 3391-7195  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição  
(2019): on-line



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



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

*José Cesamildo Cruz Magalhães*

Fotos da capa

*Roselayne F. Furtado e Celli R. Muniz*