

## VISCOSIDADE APARENTE DE FORMULAÇÕES DE POLPA MISTA DE JAMBOLÃO E ACEROLA E ADITIVOS

DENIS SOARES COSTA<sup>1</sup>, ELY FÉLIX DE SÁ CARNEIRO<sup>2</sup>, ROSSANA MARIA FEITOSA DE FIGUEIRÊDO<sup>3</sup>, ALEXANDRE JOSÉ DE MELO QUEIROZ<sup>3</sup> e JOANA D'ARC PAZ DE MATOS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, deniscosta1313@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, elyfelixsc@gmail.com;

<sup>3</sup>Dr. em Engenharia de Alimentos, Prof. Titular UAEA, UFCG, Campina Grande-PB, rossanamff@gmail.com; alexandrejmq@gmail.com;

<sup>4</sup>Dra. em Engenharia Agrícola, Técnica em Alimentos EAJ, UFRN, Macaíba-RN, joanadarcpcma@hotmail.com

**RESUMO:** Propôs, no presente o estudo da viscosidade aparente de polpa de frutas para utilização no dimensionamento de bombas, tubulações, agitadores, trocadores de calor, homogeneizadores, no desenvolvimento de novos produtos, no controle de qualidade e de processos de secagem, entre outras aplicações. Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento da viscosidade aparente de polpas mista e integrais de jambolão e acerola e de formulações à base de polpa mista e aditivos em temperaturas de 10 a 50 °C. Avaliou-se a viscosidade aparente, em viscosímetro de cilindros concêntricos, de nove formulações elaboradas com a polpa mista de acerola e jambolão e aditivos (maltodextrina, goma guar, goma xantana, e carboximetilcelulose), além da polpa integral de acerola e de jambolão. Verificou-se que todas as amostras analisadas foram caracterizadas como fluidos não newtonianos e pseudoplásticos, apresentando redução da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação. Os aditivos e a temperatura influenciaram nas viscosidades aparentes das formulações, com os maiores valores observados nas formulações F1 (polpa mista de jambolão e acerola) e F10 (polpa integral de jambolão) e na temperatura de 10 °C.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Syzygium cumini*, *Malpighia emarginata*, fluido pseudoplástico.

## RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF JAMBOLÃO AND ACEROLA PULP AND MIXED PULP

**ABSTRACT:** He proposed, in the present, the study of the apparent viscosity of fruit pulp for use in the design of pumps, pipes, agitators, heat exchangers, homogenizers, in the development of new products, in the control of quality and drying processes, among other applications. The objective of this work was to evaluate the behavior of the apparent viscosity of mixed and whole pulps of jambolan and acerola and of formulations based on mixed pulp and additives. at temperatures from 10 to 50 °C. The apparent viscosity of nine formulations made with mixed acerola and jambolan pulp and additives (maltodextrin, guar gum, xanthan gum, and carboxymethylcellulose) in addition to whole acerola and jambolan pulp were evaluated using a concentric cylinder viscometer. It was found that all analyzed samples were characterized as non-Newtonian and pseudoplastic fluids, showing a reduction in apparent viscosity with increasing strain rate. The additives and the temperature influenced the apparent viscosities of the formulations, with the highest values observed in formulations F1 (mixed jambolan and acerola pulp) and F10 (full jambolan pulp) and at a temperature of 10 °C.

**KEYWORDS:** *Syzygium cumini*, *Malpighia emarginata*, pseudoplastic fluid.

## INTRODUÇÃO

Como o jambolão e acerola são frutos perecíveis, recomenda-se fazer operações de processamento para que tenha a sua vida útil aumentada e possa ser utilizado na formulação de novos produtos. Para realizar alguns tipos de processos se faz necessário conhecer as propriedades reológicas

da polpa destes frutos. Estas propriedades fornecem uma melhor compreensão da organização estrutural dos alimentos e são muito importantes nos cálculos e dimensionamento de sistemas de bombeamento, agitadores, homogeneizadores, tubulações, trocadores de calor, pasteurizadores, despulpadeiras, entre outros equipamentos, nos processos de secagem envolvendo transferência de calor e massa e na otimização de processos (Conceição et al., 2012; Pereira et al., 2014). As características reológicas são importantes também para a padronização e caracterização de várias operações unitárias, desde o despulpamento até o desenvolvimento do produto (Nambi et al., 2016). A viscosidade de polpas de frutas ou de formulações elaboradas com as mesmas é uma propriedade reológica que influencia nos processos de secagem, principalmente os que transformam um fluido em um produto seco na forma de pó.

Geralmente na secagem de polpas de frutas se utilizam adjuvantes de secagem, que agem como facilitadores de secagem. Como exemplos de adjuvantes usados em alimentos tem-se a maltodextrina, goma guar, goma xantana, carboximetilcelulose (CMC), monoglicerídeos, entre outros. Estes agentes por sua vez alteram as propriedades reológicas das polpas, fazendo-se necessário avaliar a influência dos mesmos nas formulações e encontrar a concentração e/ou mistura ótima destes ingredientes que permitam gerar um novo produto com a alteração mínima das características originais da matéria-prima. Além de que a temperatura e o teor de sólidos solúveis totais são fatores que influenciam no comportamento reológico de fluidos alimentícios (Nambi et al., 2016; Quintana et al., 2017).

Com base nessas informações este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura e de aditivos no comportamento reológico de polpas de jambolão, acerola e da mista.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de realização

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande, Paraíba.

Foram utilizados como matérias-primas o jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) e a acerola (*Malpighia emarginata* DC) em estágio de maturação maduros.

O frutos de acerola e jambolão foram processados separadamente. Inicialmente foi realizada a seleção dos frutos descartando-se os com danos ou com estágio de maturação diferente de maduro; em seguida os frutos foram lavados com água corrente, imersos em solução de hipoclorito de sódio (150 ppm) por 15 min, enxaguados lavados com água limpa e secados em temperatura ambiente. Utilizou-se uma despulpadeira para separar a semente da polpa.

Inicialmente foi preparada a polpa mista de jambolão com acerola misturando-se partes iguais das polpas (1:1). Em seguida foram elaboradas as seguintes formulações: F1 – polpa mista + 0% de aditivos; F2 – polpa mista + 10% maltodextrina; F3 – polpa mista + 20% maltodextrina; F4 - polpa mista + 30% maltodextrina; F5 - polpa mista + 0,5% goma guar; F6 - polpa mista + 0,5% goma xantana; F7 - polpa mista + 0,5% carboximetilcelulose (CMC); F8 - polpa mista + 1% albumina; F9 – polpa de acerola integral; e F10 – polpa de jambolão integral.

As viscosidades aparentes das formulações foram determinadas, em triplicata, utilizando-se um viscosímetro de cilindros concêntricos (Brookfield DV II+PRO), em diferentes taxas de deformação (1,25; 2,5; 5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 35; 37,5; 40; 45 e 50 s<sup>-1</sup>) e temperaturas (10, 20, 30, 40 e 50 °C).

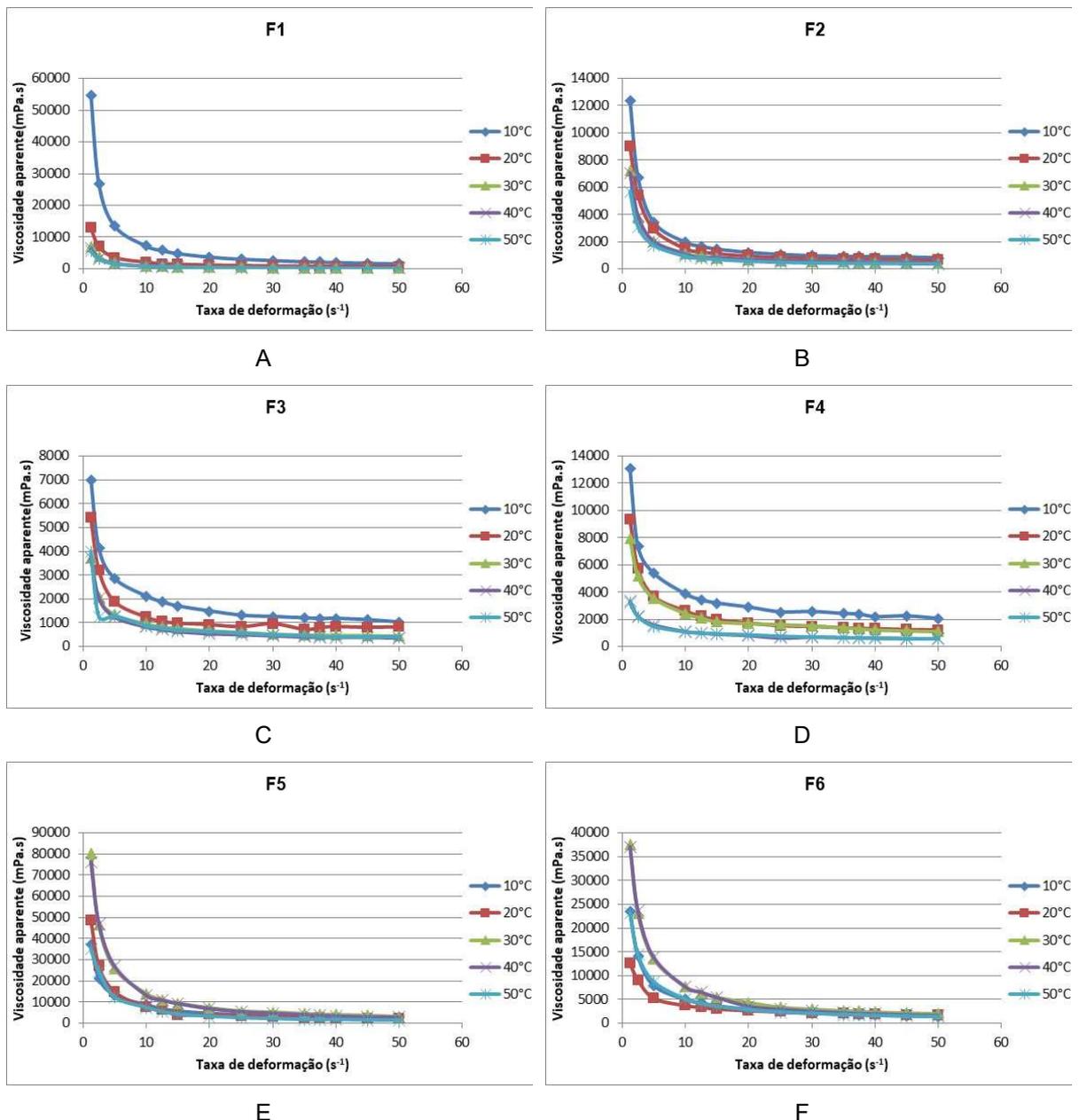
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

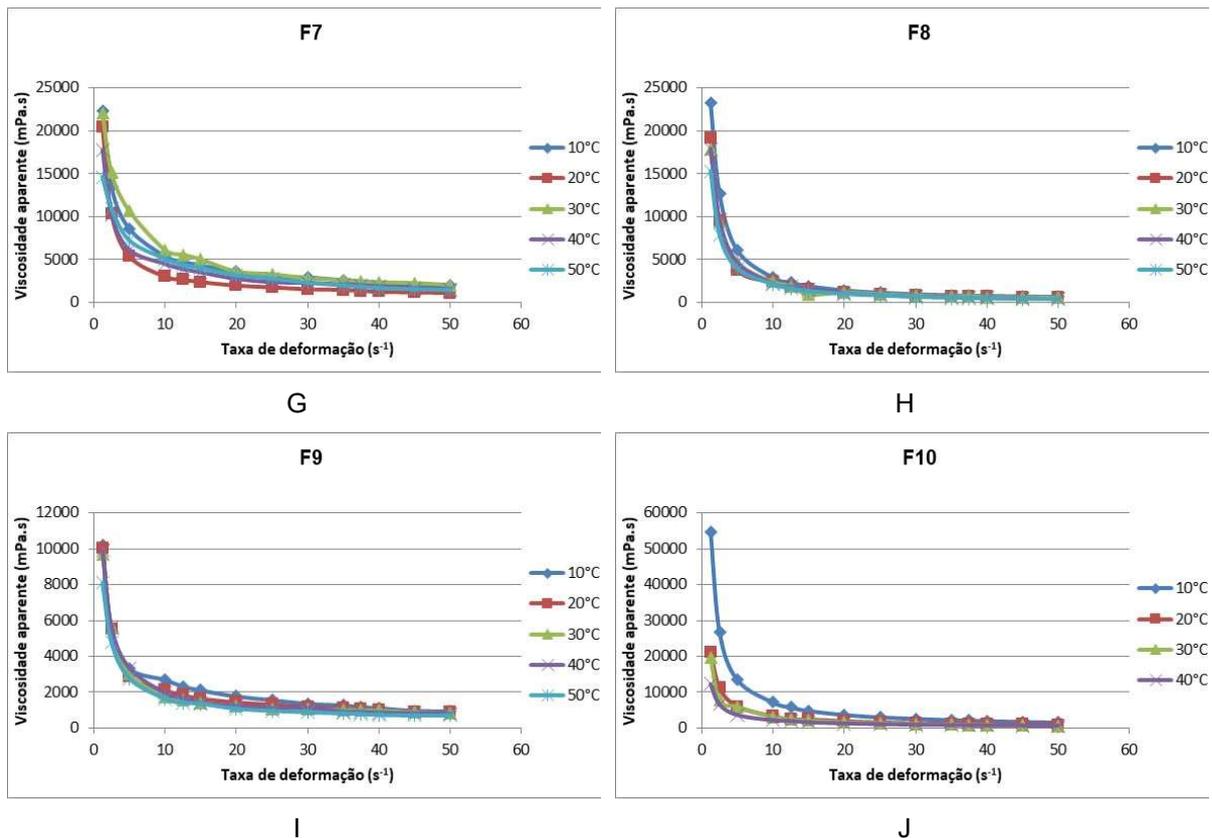
Na Figura 1 tem-se os valores médios da viscosidade aparente das formulações elaboradas com a polpa mista de jambolão e acerola em função da taxa de deformação nas temperatura de 10, 20, 30 40 e 50 °C. Verifica-se em todas as formulações que houve diminuição da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, e para uma taxa de deformação constante houve tendência de redução da viscosidade com o aumento da temperatura. As altas viscosidades em baixas taxas de deformação são justificadas em razão de que pequenas forças hidrodinâmicas em baixas taxas de deformação não são capazes de perturbar os entrelaçamentos entre as moléculas, mas em altas taxas de deformação as forças hidrodinâmicas irão dominar, e o rompimento das ligações entre as moléculas é maior, causando uma redução na viscosidade (Rodrigues et al., 2016). Esta redução da viscosidade com o aumento da taxa de deformação classifica todas as formulações avaliadas como fluidos não newtonianos com comportamento pseudoplástico. Nesse tipo de fluido, com o aumento da taxa de deformação as

moléculas entrelaçadas e de cadeia longa ficam alinhadas na mesma direção do fluxo de escoamento, havendo uma queda na redução da viscosidade e da resistência do fluido a tensão aplicada (Melo et al., 2020).

Classificação de fluido semelhante foi verificada para as polpas de noni integral e concentradas (Sousa et al., 2017); polpa de graviola integral em taxas de deformação de 1,25 a 50 s<sup>-1</sup> em temperaturas de 5 a 50 °C (Miranda et al., 2011); polpa de framboesa amarela (*Rubus imperialis*) (Guimarães & Boscolo, 2013); e para a polpa integral de manga cv. Espada em velocidades de rotação entre 0,6 e 60 rpm e temperaturas de 15 a 55 °C (Oliveira et al., 2019).

Figura 1. Viscosidades aparentes em função da taxa de deformação em temperaturas entre 10 e 50 °C: A) F1 – polpa mista + 0% de aditivos; B) F2 – polpa mista + 10% maltodextrina; C) F3 – polpa mista + 20% maltodextrina; D) F4 - polpa mista + 30% maltodextrina; E) F5 - polpa mista + 0,5% goma guar; F) F6 - polpa mista + 0,5% xantana; G) F7 - polpa mista + 0,5% carboximetilcelulose; H) F8- polpa mista + 1% albumina; I) F9 – polpa de acerola; e J) F10 – polpa de jambolão.





De forma geral, as maiores viscosidades foram encontradas na temperatura de 10 °C principalmente nas formulações F1 e F10 que eram as que tinham apenas a polpa mista e a polpa integral de jambolão, respectivamente. A polpa integral de acerola (F9) apresentou viscosidades, na maioria das taxas de deformação, inferiores as demais formulações, mas próxima a formulação F3. Nas formulações com maltodextrina (F2, F3 e F4) não se observa uma tendência definida da viscosidade com o aumento da concentração de maltodextrina. Entre as formulações com goma guar (F5), goma xantana (F6), carboximetilcelulose (F7) e albumina (F8) as maiores viscosidades foram, na maioria das temperaturas, da F5.

Verifica-se nas formulações F5 e F6 que houve uma exceção das viscosidades nas baixas taxas de deformação apresentando nas temperaturas de 30 e 40 °C os maiores valores. Este comportamento pode estar relacionado com as propriedades das gomas que são consideradas espessantes. Observa-se nas formulações F1, F3, F4 e F10 um maior distanciamento da curva a 10 °C em relação as demais temperaturas e nas demais formulações as diferenças entre as temperaturas são menores.

## CONCLUSÕES

Em todas as formulações avaliadas observou-se que com o aumento da taxa de deformação houve redução da viscosidade aparente, caracterizando as formulações como fluidos não newtonianos com comportamento pseudoplástico.

Os aditivos e a temperatura influenciaram nas viscosidades aparentes das formulações, com os maiores valores observados nas formulações F1 (polpa mista de jambolão e acerola) e F10 (polpa integral de jambolão) e na temperatura de 10 °C.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (PIBIC/CNPq-UFCG) e da UFCG.

## REFERÊNCIAS

- Conceição, M. C.; Fernandes, T. N.; Prado, M. E. T.; Resende, J. V. Effect of sucrose and pectin addition on physical, chemical, thermal and rheological properties of frozen/thawed pineapple pulps. *Korea-Australia Rheology Journal*, v. 24, n. 3, p. 229-239, 2012.
- Guimarães, D. H. P.; Boscolo, T. Determinação das propriedades reológicas da polpa de framboesa amarela (*Rubus imperialis*) e processamento da geleia a partir da mesma. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 15, n. 2, p. 275-287, 2013.
- Melo, F. S.; Okaneku, B. M.; Cardoso, D. N. P.; Santos, W. G. Avaliação reológica da polpa e concentrado de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 45182-45192, 2020.
- Miranda, V. A. M.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Santos, D. C. S. Viscosidade aparente de polpas de graviola com diferentes concentrações. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 14, n. Especial, p.423-434, 2011.
- Nambi, V. E.; Thangavel, K.; Rajeswari, K. A.; Manickavasagan, A.; Geetha, V. Texture and rheological changes of Indian mango cultivars during ripening *Postharvest Biology and Technology*, v. 117, p. 152–160, 2016.
- Oliveira, R. G. M.; Lopes, C. C. B.; Melo, J. C. S.; Costa, C. H. C.; Badaró, A. D. S. Viscosidade aparente da polpa de manga espada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 1, p. 99-103, 2019.
- Pereira, C. G.; Resende, J. V.; Giarola, T. M. O. Relationship between the thermal conductivity and rheological behavior of acerola pulp: effect of concentration and temperature. *LWT - Food Science and Technology*, v. 58, p. 446-453, 2014.
- Quintana, S. E.; Granados, C.; García-zapateiro, L. A. Propiedades reológicas de la pulpa de papaya (*Carica papaya*). *Información Tecnológica*, v. 28, n. 4, p. 11-16, 2017.
- Rodrigues, A. M. C.; Bezerra, C. V.; Silva, I. Q.; Silva, L. H. M. Propriedades reológicas do suco de buriti (*Mauritia flexuosa*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.38, n. 1, p. 176-186, 2016.
- Sousa, S. F.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Batista, F. S. Comportamento reológico das polpas de noni integral e concentradas. *Brazilian Journal of Food and Technology*, v. 20, e2016067, 2017.