V SEMEALI UFAM
"A Engenharia de Alimentos no fomento das pequenas e médias indústrias alimentícias da região Norte"
25 A 29 DE OUTUBRO DE 2021

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA POLPA DE ACEROLA (*Malphigiaemarginata D.C.*) INDUSTRIALIZADA

Silva, Talissa Luzia Vieira[1]
Santos, Wenderson Gomes[2]
Cardoso, Dilson Nazareno Pereira[3]
[1]UFAM – Universidade Federal do Amazonas.
E-mail: vtalissaluzia@gmail.com

Título da Sessão Temática: *Alimentação, Saúde e Ciências Sensoriais*
Evento: *V Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos – UFAM*

RESUMO

A polpa de fruta é um produto, não diluído que conserva as características da fruta in natura, no caso acerola, permitindo seu consumo durante um longo período. O objetivo desse trabalho foi caracterizar a polpa de acerola do tipo industrializada através de propriedades reológicas. Os valores de tensão de cisalhamento (Ƭ), taxa de deformação (γ) e viscosidade aparente (ηap) foram ajustados a modelos reológicos Bingham, Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Casson e Carreau-Yasuda. Verificou-se que o modelo de Herschel-Bulkley, adequou-se melhor aos dados experimentais a curva de escoamento demonstrou comportamento pseudolpástico, com ajuste praticamente perfeito no modelo de HerschelBulkley. A viscosidade aparente diminuiu com o aumento da taxa de cisalhamento aplicada.

Palavras-chave: polpa de fruta, acerola, reologia de alimentos.

ABSTRACT

Fruit pulp is an undiluted product that retains the characteristics of fresh fruit, in the case of acerola, allowing its consumption over a long period. The objective of this work was to characterize the industrialized type of acerola pulp through rheological properties. The values of shear stress (Ƈ), strain rate (γ) and apparent viscosity (ηap) were adjusted to Bingham, Herschel-Bulkley and Ostwald-de-Waele (Power Law), Casson and Carreau-Yasuda rheological models. It was found that the Herschel-Bulkley model, was better adapted to the experimental data, the flow curve demonstrated pseudolpastic behavior, with practically perfect fit in the Herschel-Bulkley model. The apparent viscosity decreased with the increase of the applied shear rate.

Keywords: fruit pulp, acerola, food rheology.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, atrás da China e da Índia, tendo uma participação de 4,6% na produção da fruticultura mundial (EMBRAPA, 2019). O avanço da tecnologia de alimentos aliado à sofisticação das propagandas veiculadas nos diferentes meios de comunicação possibilitam o aumento progressivo de novos produtos alimentícios principalmente no meio urbano. Como exemplo tem-se os sucos industrializados disponíveis em grande número de variedades, capazes de atender às exigências da maioria dos consumidores (Cardoso, et al., 2015).

Uma vez que o consumidor brasileiro se tornou mais consciente da importância dos alimentos naturais para a saúde humana, esse fato tem contribuído para fortalecer e difundir o consumo da acerola. Há ainda uma tendência mundial de aumento do consumo de suco de frutas tropicais, principalmente nos países árabes, onde o clima é quente e as bebidas alcoólicas são proibidas (EMBRAPA, 2012).

Durante o processamento, armazenamento, comercialização e consumo, alimentos fluidos em diferentes concentrações, estão sujeitos a diversas temperaturas. O conhecimento do comportamento reológico de sucos de frutas obtidos por processos inovadores ou mesmo tradicionais, concentrados ou não, é fundamental em engenharia de processos e equipamentos.

O estudo da reologia também pode explicar as alterações que os alimentos sofrem ao longo das etapas da cadeia produtiva. Ainda, a definição de modelos adequados à descrição do escoamento é necessária ao projeto de tubulações e de bombas e aos sistemas de agitação e de mistura (Vidal; Gasparetto; Gradin, 2005; Haminiuk et al., 2009; Mcclements, 2007).

Mediante dessa dinâmica de tratamento de frutas tropicais salienta-se a crescente necessidade de parâmetros reológicos para os diversos fluidos manipulados nas indústrias de processamento, neste quesito está ligada a importância econômica que estes fluidos e equipamentos de manipulação representam atualmente.

2. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram utilizadas polpas de acerola pasteurizadas e congeladas, fornecidas por uma indústria de polpas de frutas localizada em Manaus/AM, estando embaladas

em sacos plásticos de polietileno com capacidade de 250mL e dentro do prazo de validade as amostras foram encaminhadas sobre refrigeração para as determinações analíticas no laboratório de reologia e reometria (REOLAB) da Universidade Federal do Pará.

As amostras foram descongeladas em banho térmico modelo Thermo Fisher Haake DC50–k35 e em seguida separados em triplicatas em diferentes frascos e identificadas conforme a sequência de obtenção no experimento.

Para a determinação da viscosidade dinâmica utilizou-se um viscosímetro rotacional (HAAKE Viscotester modelo VT 550). O equipamento possui diferentes modelos de spindles, que possuem variação geométrica conforme a viscosidade de cada fluido. Para essa pesquisa foi utilizado a configuração cilindros coaxiais copo SV e cilindros SV1, as amostras foram inseridas no viscosímetro, na qual foi programada uma temperatura constante de 28°C. Para a obtenção das curvas de fluxo reológicas e obtenção dos modelos reológicos de fluidos não newtonianos das polpas, utilizou-se a metodologia das curvas de fluxo, isto é: Curva ascendente - Rampa de aumento de taxa de cisalhamento (γ) de 0 a 600 s^{-1} em 180 s. Os valores de tensão de cisalhamento, taxa de deformação e viscosidade aparente foram ajustados a modelos reológicos independentes do tempo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Bingham, Herschel-Bulkley, sendo utilizado para isso o próprio software computacional do equipamento (ThermoScientific™ HAAKE™ RheoWin™ MeasuringandEvaluation Software).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados de tensão de cisalhamento versus taxa de cisalhamento obtidos experimentalmente, foram realizados os ajustes ao modelo reológico Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Bingham, Herschel-Bulkley, Casson e Carreau-Yasud. Foram obtidos os parâmetros matemáticos com a finalidade de descrever o comportamento reológico da polpa de acerola. O modelo matemático de Herschel-Bulkley, foi o que apresentou os melhores parâmetros (Tabela 1).

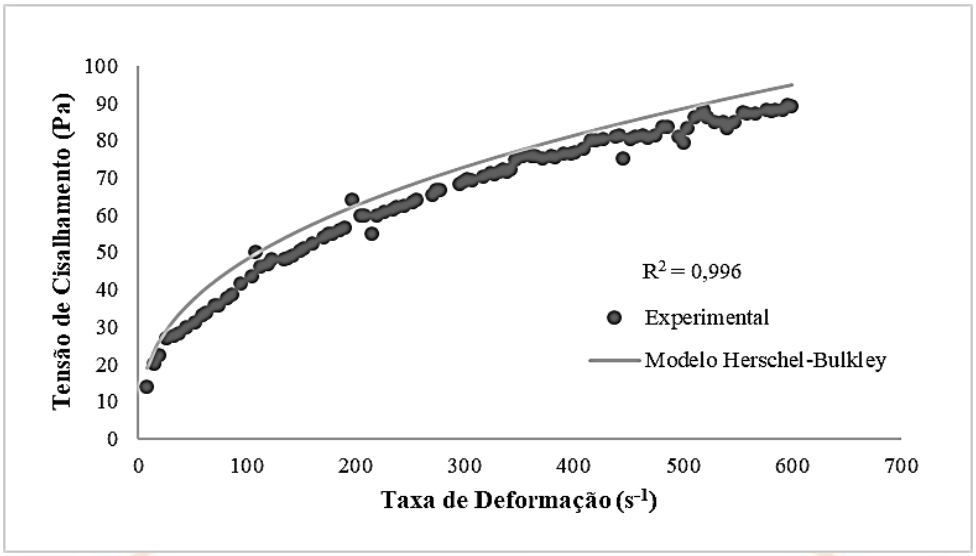
Tabela 1 Parâmetros para os modelos de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência),Bingham, Herschel-Bulkley, Casson e Carreau-Yasud da polpa de acerola.

Modelos	**Parâmetros**					
Ostwald	**K**		**n**			**R^2**
Análise 1	6,717		0,406			0,996
Análise 2	6,356		0,416			0,996
Análise 3	6,536		0,411			0,996
Bingham	**τ_0**		**η_p**			**R^2**
Análise 1	31,27		0,109			0,954
Análise 2	30,77		0,111			0,956
Análise 3	31,02		0,110			0,955
Herschel-Bulkley	**τ_0**	**K**	**n**			**R^2**
Análise 1	2,245	7,688	0,389			0,996
Análise 2	2,128	7,163	0,400			0,996
Análise 3	2,186	7,425	0,389			0,996
Casson	**K_{oc}**	**K_c**	**n**			**R^2**
Análise 1	19,25	0,039	0,5			0,969
Análise 2	18,46	0,049	0,5			0,983
Análise 3	18,85	0,044	0,5			0,976
Carreau-Yasud	**η_0**	**η_∞**	**λ**	**n**	**a**	**R^2**
Análise 1	9,124	0	1,799	0,402	2	0,975
Análise 2	5,254	0	0,720	0,415	2	0,996
Análise 3	7,189	0	1,259	0,409	2	0,985

Fonte autor, 2020

A polpa de acerola apresentou comportamento não newtoniano pseudoplástico (n<1) em todas as etapas do processo. Através da figura 1, também pode ser verificado o bom ajuste do modelo de Herschel-Bulkley aos dados experimentais, com valores de coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,996.

Figura 1 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento para polpa de acerola com ajuste pelo modelo de Herschel-Bulkley.

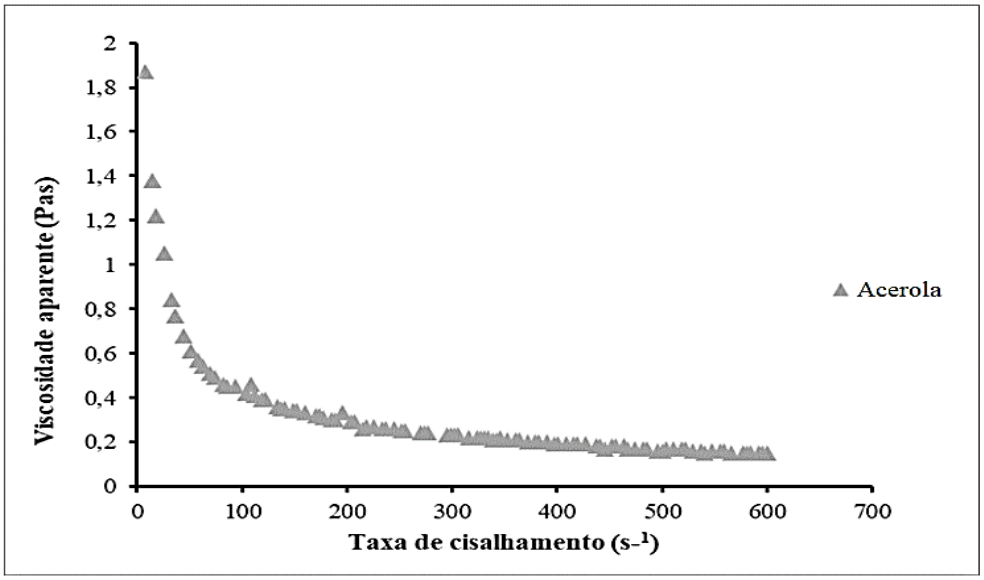


Fonte autor, 2020

Na figura 1 pode-se verificar a relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para a polpa de acerola. Verifica-se o comportamento pseudoplástico da amostra e o aumento da viscosidade durante ao processo. Também é possível observar que a amostra apresenta um comportamento independente do tempo (nas taxas de deformação estudadas), não possuindo histerese entre a curvas de escoamento.

Em seu estudo Silva; Guimarães; Gasparetto (2005), o suco de acerola apresentou, em todas as faixas de temperatura (5 °C a 85 °C) e concentração estudadas, um forte comportamento não newtoniano, com características pseudoplásticas. Dentre os modelos matemáticos, o modelo de Herschel-Bulkley apresentou melhores parâmetros.

Figura 2 - Viscosidade aparente em função taxa de cisalhamento da polpa de acerola.



Fonte autor, 2020

A viscosidade aparente decresceu com o aumento da taxa de cisalhamento, denominado esse comportamento como “cisalhamento fino” (Figura 2). Tal comportamento é característico de fluidos pseudoplásticos. Reticena (2015) salienta que esse comportamento é comum para polpas e sucos de frutas, uma vez que a maioria destes produtos se apresenta na forma de sólidos dispersos em meio líquido ao aumentar o movimento das partículas em suspensão, diminui-se a viscosidade destes produtos.

Bezerra et al (2013) corrobora que do ponto de vista industrial, a diminuição da viscosidade aparente facilita escoamento da polpa e a troca de calor durante o processamento. Quanto menor a viscosidade de um fluido, menor será a perda de carga durante o escoamento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cincos modelos avaliados apresentaram altos coeficientes de determinação (R^2), indicando que qualquer um deles pode ser utilizado para descrever o comportamento reológico do suco em estudo. O modelo de Herschel-Bulkley adequou-se melhor os parâmetros de controle de ajuste. A modelagem do comportamento reológico do suco industrializado de acerola mostrou que o fluído é não newtoniano, e que possui característica pseudoplásticas. A viscosidade aparente, calculada a partir do modelo da lei da potência (Ostwald), diminuiu com

o aumento da taxa de cisalhamento e da temperatura, comportamento esperado para as polpas de frutas em geral.

REFERÊNCIAS

Bezerra, C.V.; Silva, L.H.M.; Costa, R.D.S.; Mattietto, R.A.; Rodriguez, A. M. C. Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. BrazilianJournalofFood Technology, Campinas v. 16, n. 2, abril/junho, 2013.

Cardoso, J.A.C.; Rossales, R.R.; Limons, B.; Reis, S.F.; Schumacher, B.O.; Helbig, E. Teor e estabilidade de vitamina C em sucos in natura e industrializados. O Mundo da Saúde, São Paulo - 2015;39(4):460-469.

EMBRAPA. A cultura da acerola. 3. ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012.

EMBRAPA. Fruticultura Tropical: potenciais riscos e seus impactos. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 2019.

Haminiuk, C. W. I.; Sierakowski, M. R.; Izidoro, D. R.; Maciel, G. M.; Scheer, A. P.; Masson, M. L. Comportamento reológico de sistemas pécticos de polpas de frutas vermelhas. Ciência Tecnologia de Alimentos, v. 29, n. 1, p. 225- 231, 2009.

Mcclements,J.Impactofelectrostaticinteractionsonformationandstabilityofemulsionscontaining oildrop letscoatedby β-lactoglobulin-pectin complexes. AgriculturalandFoodChemistry, v. 55, p. 475-485, 2007.

Reticena, K. O. Estudo do comportamento reológico da polpa de maracujá enriquecida com polpa de banana verde. TCC - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão, 2015.

Silva, F. C., Guimarães, D. H. P., Gasparetto, C. A. Reologia do suco de acerola: Efeitos da concentração e temperatura. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 25, n. 1, p. 121-126, 2005.

Vidal, J. R. M. B.; Gasparetto, C. A.; Grandin, A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga. Revista Ciências Exatas e Naturais, v.1, n.2, p.69-76, 2005.