

Avaliação reológica da polpa e concentrado de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum schum*)**Rheological evaluation of pulp and cupuaçu concentrate (*Theobroma grandiflorum schum*)**

DOI:10.34117/bjdv6n7-222

Recebimento dos originais: 10/06/2020

Aceitação para publicação: 10/07/2020

Fabiano da Silva Melo

Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Ciências Agrárias - FCA

Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM, Brasil

E-mail: Fabiano.sm95@gmail.com

Bruna Mie Okaneku

Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Ciências Agrárias - FCA

Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM, Brasil

Dilson Nazareno Pereira Cardoso

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA

Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA

Endereço: Instituto de Tecnologia - R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Brasil

E-mail: dnpcardoso@gmail.com

Wenderson Gomes dos Santos

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA

Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM, Brasil

E-mail: wenderson@ufam.edu.br

RESUMO

No presente trabalho, foi realizada a análise do comportamento reológico da polpa integral e do concentrado de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum schum*), fornecidos por uma empresa local com o objetivo de comparar os resultados obtidos com a literatura relacionada e com os parâmetros estabelecidos pela legislação. Verificou-se os dados reológicos sobre a polpa e concentrado de cupuaçu obtidos ajustando-os aos modelos reológicos de Bingham, Herschel-Bulkley, Ostwald-de-Waele e Casson. Verificou-se que o modelo de Herschel-Bulkley adequou-se melhor aos dados experimentais, com valores para R^2 de 0,9967 e 0,9991 para a polpa e para o concentrado, respectivamente. As polpas analisadas demonstraram características típicas de um fluido pseudoplástico. A partir dos dados obtidos na análise é possível utilizá-las para estudos relacionados as condições de processamento e armazenamento da polpa e do concentrado de cupuaçu, visto que seu comportamento em diferentes condições foi analisado.

Palavras-chave: Cupuaçu, reologia de alimentos, concentrado de cupuaçu.

ABSTRACT

The mead is considered the oldest drink known to be made on a small scale. Being a little known and explored beverage in Brazil, this study aims to generate scientific information about the production and characterization of mead in order to contribute to the scientific community and provide subsidies for product development and adding value to the raw material, proposing a new business opportunity to beekeepers in the region. The objective is to produce and characterize the sweet type mead, as well as its physical-chemical and microbiological properties. The honey for the development of the study was acquired at AGROUFAM. For this, the initial concentrations of total soluble solids were varied at 20, 25 and 30 °Brix. The final product was characterized by physical-chemical and microbiological analyses. The results showed that the analyzed samples ensured that the final product was out of contamination and met the parameters according to Brazilian legislation. The monitoring of the kinetics of honey fermentation allowed us to infer that the optimal time to perform the process is around 10 days, obtaining a total soluble solids content close to 14 °Brix and alcohol content within the current legislation (4 and 14% v/v). The three concentrations of °Brix seem to be suitable for mead production, however, they differ in alcohol content and total acidity, producing slightly different beverages.

Keywords: Cupuaçu, Food rheology, cupuaçu concentrate.

1 INTRODUÇÃO

A funcionalidade e a composição de uma variedade de frutas tropicais encontradas na região Amazônica geram grande interesse dos consumidores locais e externos, haja vista que esta localidade possui condições climáticas diferenciadas, possibilitando a presença e o cultivo de espécies muito apreciadas.

O estudo da reologia vem ganhando espaço em diversas áreas da engenharia, desde a construção civil, como exemplo na trabalhabilidade de materiais cimentícios (Cardoso *et al.*, 2020), até ao processamento de frutas. O estudo do comportamento reológico é um meio de analisar as propriedades dos fluidos, dando conhecimento ao produtor sobre os melhores parâmetros a serem adotados durante o processamento. O conhecimento da reologia de polpas e concentrados pode ser utilizada na escolha e elaboração dos equipamentos utilizados na produção, melhorando sempre a cadeia produtiva destes produtos. (Belibağlı e Dalgic, 1994; Da Silva *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2013).

Todos os líquidos advindos de frutas são sistemas heterogêneos, onde há moléculas sólidas dispersas em um meio aquoso, fazendo com que este seja influenciado por qualquer processo físico aplicado que altere a quantidade de sólidos solúveis e insolúveis presentes na bebida (Ferreira *et al.*, 2002). O comportamento reológico de fluidos derivados de frutas geralmente possuem as características de um pseudoplástico, sendo que apresentam certa resistência no início do

escoamento para que se inicie o fluxo de matéria, variando de acordo com a tensão de cisalhamento que está sendo aplicada e/ou o tempo em que o líquido está sendo escoado (de Oliveira *et al.*, 2009).

A determinação e avaliação das características reológicas, principalmente de espécies tropicais amazônicas, servem como ferramenta para a industrialização destas, facilitando a elaboração de novos equipamentos, como bombas e tubulações, agitadores, trocadores de calor, homogeneizadores, extrusoras e influenciando no controle de qualidade do produto, tanto nas etapas intermediárias da fabricação como no produto final (Cabral *et al.*, 2002). Pesquisas nesse âmbito vêm sendo desenvolvidas, mas muitas espécies e seus derivados, como a polpa e o concentrado do cupuaçu, ainda carecem de informações específicas que possibilitem a padronização da cadeia produtiva e exportação destes produtos, utilizados como ingredientes para preparações tão apreciadas por muitos países, além do Brasil.

O estudo reológico das frutas tropicais amazônicas é importante para que a biodiversidade regional possa ser explorada de forma consciente e lucrativa, a fim de melhorar a economia local e estimular os pequenos e médios produtores a investirem nas espécies disponíveis.

Haja vista a falta de produções relacionadas ao comportamento dos fluidos do cupuaçu, este trabalho tem como objetivo determinar as características reológicas da polpa e concentrado obtidos a partir do fruto para que possam ser estabelecidos padrões de produção, armazenamento e distribuição, ajudando no processo de industrialização destes produtos que são utilizados como matéria-prima na formulação de bebidas, doces, sorvetes e outros (Cavalcante, 1991).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de polpa e de concentrado de cupuaçu (a 32% de sólidos solúveis) foram disponibilizadas por uma empresa local de polpas de frutas, na forma congelada. Estas foram armazenadas no laboratório de Termodinâmica Aplicada na UFAM, e analisadas quanto às suas características reológicas.

2.2 ANÁLISES REOLÓGICAS

As amostras das polpas de fruta obtidas foram descongeladas em banho térmico modelo Thermo Fisher Haake DC50-k35 e em seguida separados 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), como mostra a Figura 1. 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.

Figura 1 - Viscosímetro rotacional modelo Haake VT 550



Fonte: (Autor, 2020)

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 ($\dot{\gamma}$) 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: Bingham, Herschel-Bulkley, Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) e Casson, como mostra a Tabela 1, sendo utilizado para isso o próprio software computacional do equipamento (Thermo Scientific™ HAAKE™ RheoWin™ Measuring and Evaluation Software).

Tabela 1 - Principais modelos reológicos avaliados neste trabalho

Modelo	Equação	Parâmetros
Bingham	$\tau = \tau_0 + \eta_p \cdot \dot{\gamma}$	Tensão limite de escoamento (τ_0) Viscosidade plástica (η_p)
Herschell-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K \cdot (\dot{\gamma})^n$	Tensão limite de escoamento (τ_0) Índice de consistência (K) Índice de comportamento (n)
Ostwald-de-Waele	$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$	Índice de consistência (K) Índice de comportamento (n)
Casson	$\tau^{0,5} = \tau_0^{0,5} + K(\dot{\gamma})^{0,5}$	Tensão limite de escoamento (τ_0) Índice de consistência (K)

Fonte: (Machado, 2002)

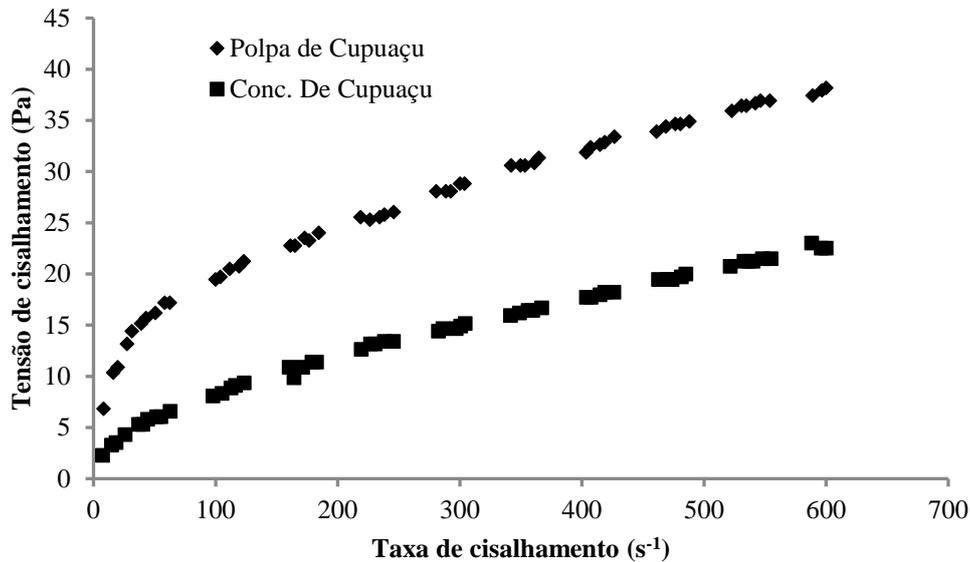
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados do comportamento reológico dos materiais estudados (Polpa e concentrado de cupuaçu).

3.1 ANÁLISE REOLÓGICA DA POLPA E DO CONCENTRADO DE CUPUAÇU

Os ensaios reológicos para a polpa e o concentrado de cupuaçu foram realizados e o comportamento reológico relacionado a tensão de cisalhamento x taxa de cisalhamento pode ser observado na Figura 2, abaixo:

Figura 2 - Curvas de fluxo tensão de cisalhamento VS taxa de cisalhamento da polpa e concentrado de Cupuaçu.



Fonte: (O autor, 2020)

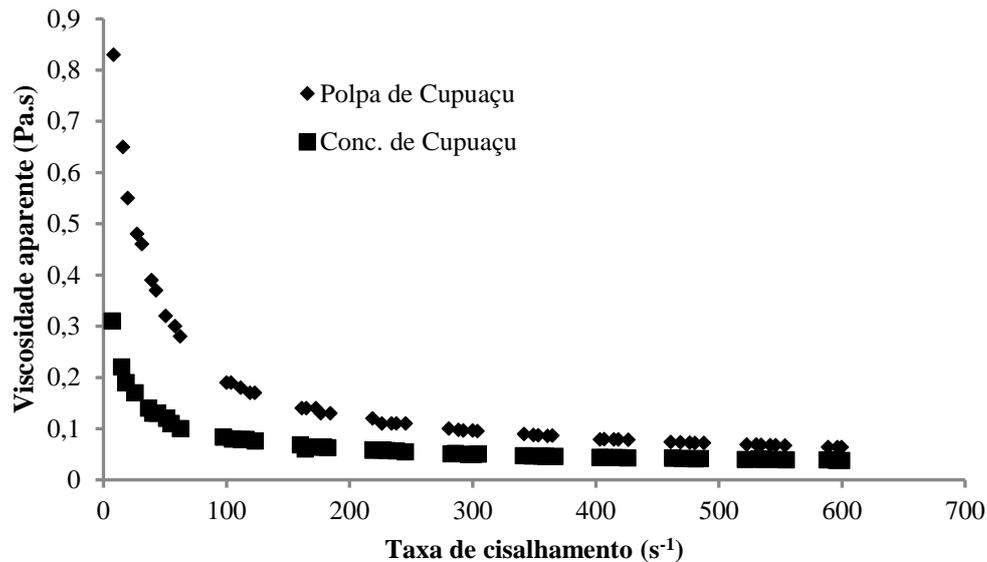
Na Figura 2 pode-se observar comportamento de um fluido não newtoniano com característica de pseudoplástico, justificando o fato de não haver uma relação linear entre a taxa e a tensão de cisalhamento, tanto para a polpa quanto para o concentrado de cupuaçu. Desvios nesse comportamento podem ser causados por conta da quebra da estrutura molecular inicial do fluido quando este é submetido ao cisalhamento (Costa *et al*, 2018). Observa-se, ainda, que a polpa apresentou maiores valores de tensão de cisalhamento em relação ao concentrado, justificado pela menor concentração de sólidos totais.

O comportamento não-newtoniano da polpa e do concentrado de cupuaçu pode ser explicado pela correlação não linear da curva obtida entre a relação tensão x taxa de cisalhamento. Este comportamento relaciona-se também com a concentração de sólidos solúveis presentes e a temperatura do processo, haja vista que a temperaturas mais baixas verifica-se maior pseudoplasticidade. O estudo da reologia de fluidos alimentícios deve considerar a forma e o tamanho das partículas, pois estes influenciam no escoamento do produto, possibilitando através do conhecimento destas propriedades a criação e adaptação de equipamentos para o processamento de

polpas de frutas, no caso a polpa e o concentrado de cupuaçu (Lopes *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2009).

Conhecendo-se a viscosidade aparente de um fluido é possível determinar as características e as melhores condições para o escoamento deste. A curva reológica entre viscosidade aparente x taxa de cisalhamento é apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Curvas de fluxo viscosidade aparente VS taxa de cisalhamento da polpa e concentrado de Cupuaçu.



Fonte: (Autor, 2020)

Analisando-se o gráfico da figura 3, podemos verificar que a viscosidade aparente decresceu com o aumento da taxa de cisalhamento, comportamento característico de fluidos pseudoplásticos. Este é um fator de interesse para a indústria, pois quanto menor a viscosidade de um fluido, menor é a perda de carga durante o escoamento, diminuindo a potência necessária para bombeamento e custos energéticos em geral (BEZERRA *et al.*, 2009).

Conforme aplica-se uma tensão de cisalhamento sobre o fluido, as partículas sólidas começam a ordenar-se na mesma direção do fluxo de escoamento, fazendo com que haja uma queda na viscosidade aparente e redução da resistência do fluido a tensão aplicada. Segundo Costa *et al.* (2018) e Ferreira *et al.* (2008), que descreveram as propriedades reológicas da polpa de açaí e cupuaçu, respectivamente, em diferentes temperaturas, a composição centesimal e a forma das partículas da polpa de fruta influenciam no comportamento reológico do produto, haja vista que estes formam uma rede de interações inter e intramoleculares que são capazes de modificar este fluxo.

A partir dos dados experimentais, buscou-se obter um modelo matemático que melhor representasse esses experimentos. Para isso, fez-se a modelagem reológica da polpa e concentrado de cupuaçu, em triplicata, em relação aos modelos de *Bingham*, *Herschel-Bulkley*, *Ostwald* e *Casson*. Os resultados dessas modelagens estão mostrados na Tabela 5, e representados graficamente nos Anexos (A, B e C).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, destacaram-se os modelos de *Bingham*, *Herschel-Bulkley*, *Ostwald*, e *Casson*, para ambas as amostras da polpa e do concentrado de cupuaçu, elaborados nesta pesquisa. Observa-se que, tanto a polpa quanto o concentrado apresentaram boa correlação com os 4 modelos reológicos encontrados em literatura.

Observa-se também que, através dos dados obtidos neste trabalho pôde-se notar que o modelo de *Herschel-Bulkley* e *Ostwald-de-Waele* apresentaram ajustes significativos para todas as amostras, obtendo-se altos valores de correlação. De maneira geral, todas as amostras apresentaram R^2 maior que 0,95. Resultados semelhantes foram encontrados em Ferreira *et al.* (2008). A expressão proposta por *Herschel-Bulkley* também é dependente do parâmetro (τ_0) por apresentar parâmetros que relacionam o índice de consistência (k) e o índice de comportamento do fluido (n), fatores esses que envolvem propriedades que podem levar em consideração os efeitos das reações que ocorrem devido aos componentes que fazem parte da mistura (reação química, teor de água, grau Brix etc).

Ferreira *et al.* (2008) estudaram o efeito da temperatura e da taxa de cisalhamento nas propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu. Observou-se que o modelo de *Ostwald-de-Waele* foi o que melhor se adequou à variadas faixas de temperatura quando comparado ao *Herschel-Bulkley*, pois quando o produto é submetido a temperaturas de pasteurização acima de 60° C, este último modelo possui tensão residual negativa, o que impossibilita o uso desta equação.

Tabela 2 - Modelos reológicos para a polpa e concentrado de Cupuaçu

AMOSTRAS	BINGHAM			HERSCHEL-BULKLEY				OSTWALD			CASSON			
	τ_0 (Pa)	η_p (Pa.s)	R^2	τ_0 (Pa)	K	n	R^2	K	n	R^2	τ (Pa)	n	η_p (Pa.s)	R^2
POLPA DE CUPUAÇU														
Análise 01	20,32	0,03779	0,9361	1,53	6,758	0,2714	0,985 4	7,755	0,2557	0,985 2	9,799	0,5	0,01633	0,986
Análise 02	15,06	0,0422	0,9608	0,9196	3,479	0,3686	0,996 7	3,901	0,3543	0,996 6	9,312	0,5	0,01702	0,987
Análise 03	14,51	0,04284	0,9615	0,8966	3,222	0,38	0,997 6	3,619	0,3653	0,997 5	9,5555	0,5	0,016675	0,987
CONCENTRADO DE CUPUAÇU														
Análise 01	6,978	0,03039	0,9689	0,02774	1,317	0,4528	0,999 1	1,23	0,4618	0,999 1	2,359	0,5	0,01773	0,997
Análise 02	4,957	0,03123	0,9875	0,9117	0,4506	0,6047	0,999 1	0,6243	0,5593	0,998 8	2,276	0,5	0,01761	0,998
Análise 03	4,886	0,3065	0,9897	1,221	0,37	0,6312	0,998 9	0,5851	0,5672	0,998 4	2,3175	0,5	0,01767	0,9977

Fonte: (Autor, 2020)

Sousa *et al.* (2014) estudaram o comportamento reológico e o efeito da temperatura na polpa de pequi em diferentes concentrações. Esses dados foram ajustados para os modelos reológicos de *Ostwald-de-Waele*, *Herschel-Bulkley* e *Mizrahi-Berk*, com melhores resultados de ajuste para o modelo de *Mizrahi-Berk*. A polpa concentrada apresentou comportamento pseudoplástico, e os valores de viscosidade aparente apresentaram tendência de aumento com o aumento dos sólidos solúveis totais, condizendo com os resultados obtidos para a polpa concentrada de cupuaçu.

Em relação às fibras que compõe as duas amostras, um estudo feito por Haminiuk (2007), que avaliou o comportamento de polpas de frutas vermelhas integrais, foi verificado que no seu estado integral as polpas possuíam um comportamento pseudoplástico, assim como a maioria das amostras deste trabalho. Pode-se notar que o conteúdo de fibras que compõe cada amostra influencia diretamente no comportamento reológico das polpas, ou seja, quanto maior a quantidade de fibras, maiores são os valores de tensão de cisalhamento e viscosidade aparente, concordando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Dentre os modelos reológicos adotados nesse trabalho, o modelo de *Bingham* foi o de menor eficácia para descrever o comportamento reológico experimental da polpa e concentrado de cupuaçu. Isto pode ser explicado, devido a equação de *Bingham* apresentar correlação linear, remetendo ao modelo de um fluido newtoniano, diferenciando-se por conta da tensão residual elevada. Chaves *et al.* (2013) e Oliveira *et al.* (2009) descreveram o modelo reológico ideal para diferentes faixas de temperatura e concentração de polpa de cupuaçu e polpa de uva, respectivamente, em ambos os estudos se observou que a equação de *Bingham* não representava de maneira satisfatória os dados experimentais.

No modelo reológico de *Casson*, foram obtidos valores ótimos para R^2 , semelhantes aos encontrados nos modelos de *Herschel-Bulkley* e *Ostwald-de-Waele*, variando em alguns casos apenas na quarta casa decimal. Os resultados obtidos mostram que este pode ser utilizado na avaliação dos parâmetros reológicos para polpa e concentrado de cupuaçu.

Reticensa (2015) e Scremin (2007) avaliaram o comportamento reológico da polpa de maracujá enriquecida e da polpa de goiaba pasteurizada, respectivamente, onde se adotou o modelo de *Casson* para a descrição do perfil reológico destes produtos, obtendo-se valores satisfatórios para R^2 e x^2 , portanto este pode ser utilizado para o estudo dos fluidos de polpas de frutas.

Chaves *et al.* (2013) observaram os melhores modelos reológicos para a polpa de cupuaçu em diferentes concentrações e temperaturas, onde o modelo de *Casson* foi considerado ideal em alguns parâmetros específicos, principalmente quando avaliou-se a polpa de cupuaçu com grande quantidade de sólidos. Os resultados obtidos neste trabalho através da equação de *Casson* mostraram que este descreve bem os dados reológicos de polpas com alta concentração de sólidos, concordando com os dados encontrados na literatura.

4 CONCLUSÃO

A polpa e o concentrado de cupuaçu analisados apresentaram índices de comportamento de fluido menor do que um ($n < 1$), demonstrando comportamento típico de um fluido pseudoplástico, também, devido ao fato de que para uma mesma taxa de cisalhamento, têm-se diferentes valores de tensão de cisalhamento tanto para a polpa quanto para o concentrado de cupuaçu.

O modelo matemático que melhor ajustou-se para descrever o perfil reológico das amostras foi o de *Herschel-Bulkley*, pois encontraram-se neste as melhores correlações (R^2), porém, todos os modelos escolhidos mostraram-se eficazes no estudo de polpas de frutas com características semelhantes ao cupuaçu, como as frutas tropicais da Amazônia em geral, haja vista que todos alcançaram valores significativos.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

- Belibağlı, K. B., & Dalgic, A. C. (2007). **Rheological properties of sour cherry juice and concentrate.** *International journal of food science & technology*, 42(6), 773-776.
- Bezerra, J. R. M. V; Rigo, M.; Córdova, K. R. V.; Demczuk Jr., B. (2009). **Estudo do efeito da temperatura nas propriedades reológicas da polpa de morango (Fragraria ananassa).** *Ambiência*, v. 5, n. 1, p. 37-47.
- Cabral, M. F. P., QUEIROZ, A. D. M., & FIGUEIRÊDO, R. D. (2002). **Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (Theobroma grandiflorum Schum.) peneirada.** *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 4(1), 37-40.
- Cardoso D.N.P, Marcedo A.N, Racanelli L.A, Santos W.G, Oliveira R.M, Rodrigues E.C, Souza J.A.S (2020). Estudos da aplicação de aditivo polimérico na trabalhabilidade de materiais cimentícios elaborados com matéria prima reciclada. *Braz. Ap. Sci. Rev., Curitiba*, v. 4, n. 1, p. 370-381.
- Cavalcante, P. B. (1991). **Frutas comestíveis da Amazônia.** Edições Cejup.
- Chaves, M. A., Baptistia, F., da Silva, J. N., Rodrigues, L., & Viana, A. D. (2013). **A rheological model for Cupuassu (Theobroma grandiflorum) pulp at different concentrations and temperatures.** *International journal of food engineering*, 9(4), 353-363.
- Costa, H. C., Arouca, F. O., Silva, D. O., & Vieira, L. G. M. (2018). **Study of rheological properties of açai berry pulp: an analysis of its time-dependent behavior and the effect of temperature.** *Journal of biological physics*, 44(4), 557-577.
- da Silva, F. C., Guimarães, D. H. P., & Gasparetto, C. A. (2005). **Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(1), 121-126.
- Ferreira, G. M., Guimarães, M. J. O. C., & Maia, M. C. A. (2008). **Efeito da temperatura e taxa de cisalhamento nas propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu (T. grandiflorum Schum) integral.** *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP*, 30(2), 385-389.
- Ferreira, G. M., de Melo Queiroz, A. J., da Conceição, R. S., & Gasparetto, C. A. (2002). **Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba.** *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 4(2), 175-184.
- Gonçalves, M. V. V. A., da Silva, J. P. L., Mathias, S. P., Rosenthal, A., & de Araujo Calado, V. M. (2013). **Caracterização físico-química e reológicas da polpa de Cupuaçu congelada (Theobroma grandiflorum schum).** *Exatas & Engenharia*, 3(07).
- Haminiuk, C. W. I. **Estudo do comportamento reológico e colorimétrico das misturas ternárias e sistemas pécticos de polpas de morango, amora-preta e framboesa.** 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

Lopes, A. S., Mattietto, R. D. A., Menezes, H. C. D., Silva, L. H. M. D., & Pena, R. D. S. (2013). **Rheological behavior of Brazilian Cherry (*Eugenia uniflora* L.) pulp at pasteurization temperatures.** Food Science and Technology, 33(1), 26-31.

de Oliveira, R. C., de Barros, S. T. D., & Rossi, R. M. (2009). **Aplicação da metodologia bayesiana para o estudo reológico da polpa de uva.**

Pelegrine, D. H.; Vidal, J. R. M. B.; Gasparetto, C. A. **Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, 2000.

Reticena, K. D. O. (2015). **Estudo do comportamento reológico da polpa de maracujá enriquecida com polpa de banana verde (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).**

Scremin, F. F. (2007). **Influência do estado de maturação e das etapas de processamento na reologia e caracterização físico-química da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) pasteurizada.**

Sousa, E. P.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Lemos, D. M. **Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações.** Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, v. 17, n. 3, p. 226-235, jul./set. 2014.

Vendrúsculo, A. T. **Comportamento reológico e estabilidade física de polpa de carambola (*Averrhoa carambola* L.).** Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005.