

Estudo reológico da polpa de Jabuticaba com diferentes concentrações de goma arábica

Rheological study of Jabuticaba pulp with different concentrations of arabic gum

Estudio reológico de pulpa de Jabuticaba con diferentes concentraciones de goma arábica

Recebido: 03/01/2020 | Revisado: 27/01/2020 | Aceito: 11/02/2020 | Publicado: 19/02/2020

Raphael Lucas Jacinto Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7232-2373>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Tamires dos Santos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2627-036X>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: tsantosp16@gmail.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-3203>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6286-5403>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: victor_herbert@hotmail.com

Luana Nascimento Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1725-7809>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: luana.nascimento25@hotmail.com

Cecília Elisa de Sousa Muniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-9354>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: ceciliamuniz.qi@gmail.com

Lucas Rodolfo Inácio da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3684-3117>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: rodolfo_i@hotmail.com

Flávia Izabely Nunes Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8863-5526>

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Brasil

E-mail: flavia_izabely@hotmail.com

Yara Gerônimo Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4610-0045>

Faculdade de Santa Maria, Brasil

E-mail: yaramont219@gmail.com

Resumo

Este estudo teve como objetivo comparar análises reológicas em função da adição do agente encapsulante goma arábica na polpa de Jabuticaba. O estudo reológico foi realizado em função da concentração de goma arábica (0, 5, 10 e 15%) e os modelos reológicos de Bingham, Mizrahi-Berk, Casson, Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência) foram ajustados aos dados experimentais. Os modelos reológicos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk apresentaram os melhores ajustes para todas as formulações com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99 e a função qui-quadrado inferiores a 0,12. Observou-se que o índice de consistência apresentou tendência de aumento com a adição da goma arábica para os modelos de Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waele, indicando que estas se tornaram mais consistentes e a viscosidade diminuiu com o aumento da taxa de deformação do fluido. Portanto, o estudo reológico indicou que a polpa e as suas formulações, com adição do agente encapsulante apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano, no caso específico a de um pseudoplástico.

Palavras-chave: Fluidos; Fruta exótica; *Myrciaria cauliflora*.

Abstract

This study aimed to compare rheological analyzes in the function of adding an encapsulated agent that can be found in Jabuticaba. The rheological study was performed according to the

concentration of gum arabic (0, 5, 10 and 15%) and the rheological models of Bingham, Mizrahi-Berk, Casson, Herschel-Bulkley and Ostwald-de-Waele (Law of Power) adjusted to the experimental data. Herschel-Bulkley and Mizrahi-Berk rheological models presented the best adjustments for all formulations with coefficients of determination (R^2) greater than 0.99 and chi-square function less than 0.12. It was observed that the consistency index increased with the addition of gum arabic to the Herschel-Bulkley and Ostwald-de-Waele models, indicating that they became more consistent and the viscosity decreased with increasing strain rate of the fluid. Therefore, the rheological study indicated that the pulp and its formulations, with the addition of the encapsulating agent, presented non-Newtonian fluid behavior, in the specific case of a pseudoplastic.

Keywords: Fluids; Exotic fruit; *Myrciaria cauliflora*.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo comparar los análisis reológicos en la función de agregar un agente encapsulado que se puede encontrar en Jabuticaba. El estudio reológico se realizó según la concentración de goma arábica (0, 5, 10 y 15%) y los modelos reológicos de Bingham, Mizrahi-Berk, Casson, Herschel-Bulkley y Ostwald-de-Waele (Ley del poder) ajustado a los datos experimentales. Los modelos reológicos de Herschel-Bulkley y Mizrahi-Berk presentaron los mejores ajustes para todas las formulaciones con coeficientes de determinación (R^2) mayores que 0.99 y la función chi-cuadrado menor que 0.12. Se observó que el índice de consistencia aumentó con la adición de goma arábica a los modelos Herschel-Bulkley y Ostwald-de-Waele, lo que indica que se volvieron más consistentes y la viscosidad disminuyó al aumentar la velocidad de deformación del fluido. Por lo tanto, el estudio reológico indicó que la pulpa y sus formulaciones, con la adición del agente encapsulante, presentaron un comportamiento fluido no newtoniano, en el caso específico de un pseudoplástico.

Palabras clave: Fluidos; Fruta exótica; *Myrciaria cauliflora*.

1. Introdução

A jabuticaba é um fruto tropical de grande valor nutricional, que possui alto teor de carboidratos, fibras, vitaminas, sais minerais como ferro, cálcio e fósforo, e principalmente compostos fenólicos, os quais apresentam potencial benéficos à saúde. As cascas de jabuticaba são fonte de antocianinas, responsáveis pela cor escura da fruta, que são compostos

antioxidantes e apresentam atividade antimicrobiana (Silva et al., 2014; Almeida et al., 2020a).

Em virtude das suas características sensoriais, a polpa da jabuticaba é utilizada pela indústria alimentícia na fabricação de sucos, geleias, sorvetes, vinagres, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas. Na fabricação destes produtos e também no consumo *in natura*, normalmente as cascas são descartadas, correspondendo cerca de 30% a 43% do fruto, gerando grandes quantidades de resíduos provocando impacto ambiental devido ao lançamento destas ao meio ambiente (Lima et al., 2008).

O estudo do comportamento reológico ajuda a uma melhor compreensão da organização estrutural dos alimentos. Vários fatores afetam o comportamento reológico das polpas de frutas: a temperatura, sólidos solúveis e o tamanho das partículas. Além disso, destaca-se que a reologia abrange diferentes propriedades associadas à deformação da matéria, entre as quais: extrusibilidade, compressibilidade, ductibilidade, espalhabilidade, elasticidade, fluidez e viscosidade (Vriesmann, 2008). A análise dos parâmetros reológicos no decorrer do tempo e a variação da taxa de cisalhamento são imprescindíveis para a fixação de parâmetros de projeto de processo, para o monitoramento e controle das operações unitárias que envolvem a sua fabricação e para o controle de qualidade do produto final (Pelegri et al., 2015; Barros et al., 2019).

Diante disso, a indústria vem usando espessantes como as gomas, que são polímeros naturais formados por unidades de monossacarídeos em arranjos lineares ou ramificados, pertencentes à classe dos carboidratos. São substâncias translúcidas, inodoras, insípidas, não tóxicas, hidrofílicas, amorfas, com propriedades coloidais, com funções espessantes (ligação com moléculas de água), gelificantes (construção de rede, envolvendo zonas de ligação), emulsificantes, estabilizantes e aglutinantes (Andrade et al., 2013). Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é realizar o estudo reológico em função da adição do agente encapsulante goma arábica na polpa de jabuticaba.

2. Metodologia

Foram utilizados, como matéria-prima a Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) em estágio de maturação maduro. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada (100 ppm) por 15 minutos, despulpado manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável. Em seguida, a polpa foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada em freezer a uma temperatura de aproximadamente -20°C.

Para determinação do estudo reológico das formulações da polpa de Jabuticaba, utilizou-se um viscosímetro Brookfield modelo DV II + Pro, para efetuar as leituras dos valores de viscosidade aparente e porcentagem de torque de cada amostra com a adição de goma arábica: 0, 5, 10 e 15% e em diferentes velocidades de rotações: 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100, 105, 120, 135, 140, 150, 160, 180 e 200 rpm.

Os dados de velocidade de rotação, viscosidade aparente e torque obtidos no viscosímetro, foram utilizados para obtenção das medidas reológicas (tensão de cisalhamento e taxa de deformação) seguindo-se a metodologia de Mitschka (1982).

Os modelos reológicos (Tabela 1) de *Bingham*, Mizrahi-Berk, Casson, Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência) foram ajustados aos valores experimentais de tensão de cisalhamento e da taxa de deformação e a realização do ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais foi aplicado à análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton, a partir do software Statistica 8.0 (*Statsoft, 2008*).

Tabela 1- Modelos reológicos utilizados para predição dos dados.

Modelos Reológicos	Equações
Bingham	$\tau = \tau_o + \eta_a \gamma$ (1)
Mizrahi-Berk	$\tau^{0,5} = k_{oM} + k_c \gamma^n$ (2)
Casson	$\tau^{0,5} = k_{oc} + k_c \gamma^{0,5}$ (3)
Herschel-Bulkley	$\tau - \tau_{oH} = K_H \gamma^{nH}$ (4)
Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência)	$\tau = k \gamma^n$ (5)

Legenda: η_a = viscosidade aparente (Pa s); γ = taxa de deformação (s^{-1}); k = índice de comportamento do fluido (adimensional); τ e τ_o = tensão de cisalhamento (Pa); n e nH = índice de comportamento do fluido (adimensional); K_{oc} = raiz quadrada da tensão inicial (Pa); τ_{oH} = tensão de cisalhamento inicial (Pa); $K_{oc}^{0,5}$ = tensão de cisalhamento inicial (Pa)^{0,5}; e K_c = viscosidade plástica de Casson (Pa s)^{0,5}.

Para a definição do melhor ajuste foram analisados os coeficientes de determinação (R^2) e a função qui-quadrado (χ^2) (Equação 6):

$$\chi^2 = \sum (X_{obs} - X_{pre})^2 \quad (6)$$

Em que: χ^2 é a função qui-quadrado; X_{obs} é o valor experimental; X_{pre} é o valor previsto pelo modelo.

3. Resultados

Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros dos modelos reológicos de Bingham, Mizrahi & Berk, Casson, Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waele, respectivamente, ajustado aos dados experimentais de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação das diferentes formulações estudadas.

Tabela 2- Parâmetros reológicos para a polpa do jabuticaba *in natura* com diferentes proporções de goma arábica.

Modelos	Proporção de goma arábica	τ_o	τ_{0H}	K	K_{oc}	K_c	K_{oh}	K_{0m}	n
Bingham	0%	6,952	-	0,083	-	-	-	-	-
	5%	6,967	-	0,077	-	-	-	-	-
	10%	7,871	-	0,058	-	-	-	-	-
	15%	8,775	-	0,042	-	-	-	-	-
Mizrahi & Berk	0%	-	-	-	-	-	-15,30	13,43	0,175
	5%	-	-	-	-	-	-21,23	18,84	0,138
	10%	-	-	-	-	-	-19,97	19,13	0,123
	15%	-	-	-	-	-	-20,38	21,07	0,101
Casson	0%	-	-	-	6,952	0,083	-	-	-
	5%	-	-	-	6,967	0,077	-	-	-
	10%	-	-	-	7,871	0,058	-	-	-
	15%	-	-	-	8,775	0,042	-	-	-
Herschel-Bulkley	0%	-	-15,30	13,43	-	-	-	-	0,175
	5%	-	-17,23	18,84	-	-	-	-	0,138
	10%	-	-19,97	19,13	-	-	-	-	0,123
	15%	-	-20,38	21,07	-	-	-	-	0,101
Ostwald-de-Waele	0%	-	-	2,326	-	-	-	-	0,404
	5%	-	-	2,377	-	-	-	-	0,392
	10%	-	-	2,994	-	-	-	-	0,330
	15%	-	-	3,764	-	-	-	-	0,272

A tensão de cisalhamento inicial (τ_{0H} e K_{0M}), que, segundo Steffe (1996), é uma tensão finita necessária para que o fluido comece a escoar, aumentou de acordo com a adição de goma arábica a polpa de Jabuticaba. O K é o índice de consistência e indica o grau de resistência do fluido ao escoamento. Observa-se que K apresentou tendência de aumento com a adição da goma arábica para os modelos de Herschel-Bulkley e Ostwald-de-Waele, indicando que estas se tornaram mais consistentes.

Constata-se que o índice de comportamento (n) nos modelos de Herschel-Bulkley, Mizrahi-Berk e Ostwald-de-Waele foi inferior a 1 ($n < 1$) para todas as formulações, caracterizando, dessa forma, um fluido não-newtoniano com comportamento pseudoplástico, ou seja, a viscosidade diminui com o aumento da taxa de deformação do fluido, confirmando o resultado apresentado na Figura 1. O caráter pseudoplástico também é típico de sucos e polpas de frutas, sendo observado em polpas de acerola, caju, manga e jabuticaba (Sato e Cunha, 2007; Silva et al., 2012b), para gabirola e da goiaba (Oliveira et al., 2011), morango (Oliveira et al., 2012) e graviola (Quek et al., 2013).

Os parâmetros com valores negativos K_{0h} , não apresentam significado físico, perante o modelo de Mizrahi-Berk. Valores negativos de K_{0h} também foram encontrados por Gazola (2013), para o estudo de polpa de pitanga.

No estudo de Fernandes et al. (2008) os pesquisadores avaliaram a polpa de umbu cajá em função da concentração de goma arábica de 2,5; 5,0 e 7,5%, nas temperaturas de 10, 20, 30, 40 e 50 °C, e obtiveram os melhores ajustes com o modelo de Mizrahi-Berk, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0.91. Silva et al. (2012) ao estudarem o comportamento reológico de bebidas mistas de cajá e manga adicionadas de prebióticos à temperatura de 25 °C, observaram os maiores valores de coeficiente de determinação para os modelos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk, superiores a 0,91.

Sousa et al. (2014), trabalhando com polpa de pequi com diferentes teores de sólidos solúveis totais (6, 8, 10 e 12 °Brix) e diferentes temperaturas (25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C) ajustaram o modelo de Mizrahi-Berk ao reograma e encontraram coeficiente de determinação maiores que 0.93. Silva et al. (2012a), analisaram o comportamento reológico de bebidas mistas de cajá e manga, adicionadas de inulina e frutoligossacarídeos e constataram que o modelo de Herschel-Bulkley foi o que melhor se ajustou para o estudo, com coeficientes de determinação maiores que 0.93.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores obtidos para os parâmetros estatísticos coeficientes de determinação (R^2) e a função qui-quadrado (χ^2).

Tabela 3- Coeficientes de determinação (R^2) e a função qui-quadrado (χ^2), para polpa de jabuticaba em diferentes proporções de goma arábica.

Modelos	Proporção de goma arábica	R^2 (%)	χ^2
Bingham	0%	96,94	0,063
	5%	96,76	0,549
	10%	96,88	0,118
	15%	96,87	0,114
Mizrahi & Berk	0%	99,30	0,063
	5%	99,45	0,118
	10%	99,64	0,091
	15%	99,73	0,077
Casson	0%	96,94	0,063
	5%	96,76	0,549
	10%	96,88	0,118
	15%	96,87	0,114
Herschel-Bulkley	0%	99,30	0,063
	5%	99,45	0,118
	10%	99,64	0,091
	15%	99,73	0,077
Ostwald-de-Waele	0%	99,11	0,211
	5%	99,20	0,153
	10%	99,48	0,121
	15%	99,62	0,149

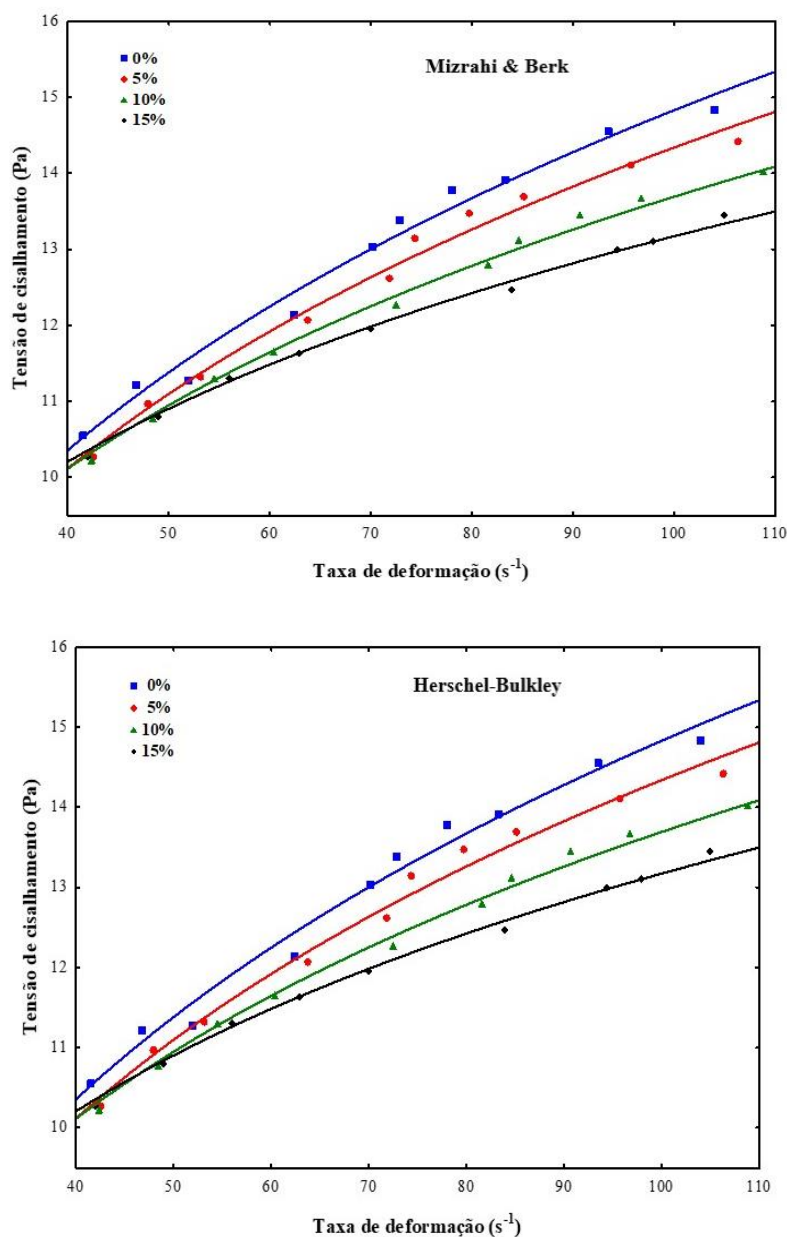
Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se na Tabela 3 que para todos os modelos reológicos, os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 0,96 e os desvios quadrado médio menores que 0,6, significando que todos os modelos estudados podem ser utilizados para estimar os dados reológicos das formulações avaliadas, porém, os modelos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk apresentaram ajustes semelhantes e também foram os melhores modelos para todas as formulações estudadas, pois além de apresentarem coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99 e os valores da função qui-quadrado foram inferiores a 0,12 para dos dois

modelos. Já os modelos de Bingham, Casson e Ostwald-de-Waele apresentaram valores superiores a 0,96 e 0,99 para os coeficientes de determinação (R^2) e função qui-quadrado inferiores a 0,55 e 0,22, respectivamente.

Na Figura 1 são mostrados os reogramas obtidos por meio da análise reológica da polpa de Jabuticaba com adição de diferentes concentrações de goma arábica, para os dois modelos que melhor se ajustaram aos dados experimentais.

Figura 1- Valores experimentais e preditos pelos modelos de Mizrahi & Berk e Herschel-Bulkley com a tensão de cisalhamento versus taxa de deformação.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Segundo Almeida et al. (2020b) e Silva et al. (2019), fluidos não-newtonianos apresentam comportamento complexo, que deve ser pesquisado e entendido para que sua aplicabilidade aumente gradativamente, visto que suas características são importantes para o avanço tecnológico em diversos setores, como a indústria petrolífera, farmacêutica, de cosméticos, entre outras.

Observando o comportamento reológico das polpas por meio da Figura 1, ao comparar com as curvas reológicas apresentadas por Tadini et al. (2016), é possível perceber que a tensão de cisalhamento aumenta com o aumento da taxa de deformação, ou seja, a viscosidade diminui com o aumento da taxa de deformação do fluido, indicando que o fluido em estudo é não-Newtoniano, no caso específico a de um pseudoplástico.

3. Considerações finais

A polpa de jabuticaba e as formulações elaboradas com adição de goma arábica apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano, no caso específico a de um pseudoplástico. Quanto aos modelos reológicos de Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk, os mesmos apresentaram os melhores ajustes para todas as formulações com coeficientes de determinação superiores a 0,99 e valores da função qui-quadrado inferiores a 0,12. Assim, é importante ressaltar que a adição de goma arábica na formulação diminuiu a tensão de cisalhamento. Outros espessantes como maltodextrina, goma xantana, goma de cajueiro e whey protein, podem ser utilizados e em concentrações diferentes para analisar o comportamento reológica da polpa de jabuticaba e a sua estabilidade durante o armazenamento.

Referências

Almeida, R., Santos, N., Pereira, T., Barros, E., Cabral, M., Luiz, M., Souza, N., Silva, V., Santos, S., & Amorim, F. (2020a). Análise granulométrica diferencial da farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) Differential particle size analysis of jabuticaba bark flour (*Myrciaria cauliflora* Berg). *Research, Society and Development*, 9(1), e156911875. doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1875>

Almeida, R., Santos, N., Pereira, T., Silva, V., Cavalcante, J., Pinheiro, W., Ribeiro, V., Santos, I., Barros, E., & Muniz, C. (2020b). Composição centesimal e comportamento

reológico do extrato de aveia (*Avena sativa*). *Research, Society and Development*, 9(3). doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2329>

Andrade, K. C., Carvalho, C. D., Takeiti, C. Y., Azeredo, H. D., Corrêa, J. D. S., & Caldas, C. M. (2013). Goma de cajueiro (*Anacardium occidentale*): avaliação das modificações químicas e físicas por extrusão termoplástica. *Polímeros Ciência e Tecnologia*, 23(5), 667-671.

Barros, S., Santos, N., Almeida, R., Silva, V., Almeida, R., & Nascimento, A. (2019). Comportamento reológico e perfil de textura de iogurte integral com polpa de achachairu (*Garcinia humilis*). *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 1(47), 145-152. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n47p145-152>.

Fernandes, T. K., Figueirêdo, R. M., Queiroz, A. J. M., Melo, K. S., & Bezerra, M. C. T. (2008). Estudo do comportamento reológico da polpa de umbu-cajá em função da concentração de maltodextrina. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10(2), 171-180.

Gazola, M. B. (2013). *Caracterização de polpas e bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja, amora, pitanga e mirtilo: análises reológicas, fitoquímicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais* (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

Lima, A. D. J. B., Corrêa, A. D., Alves, A. P. C., Abreu, C. M. P., & Dantas-Barros, A. M. (2008). Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 58(4), 416.

Mitschka, P (1982). *Simple conversion of brookfield RVT: readings into viscosity functions*.

Oliveira, R. C., Rossi, R. M., & de Barros, S. T. D. (2011). Estudo do efeito da temperatura sobre o comportamento reológico das polpas de gabioba e goiaba. *Acta Scientiarum. Technology*, 33(1), 31-37.

Oliveira, R. C., Rossi, R. M., & de Barros, S. T. D. (2012). Estudo reológico da polpa de morango (*Fragaria vesca*) em diferentes temperaturas. *Acta Scientiarum. Technology*, 34(3), 283-288.

Pelegrine, D. H. G., Aguiar, L. F. S., & Lodelis, A. (2015). Iogurte de goiaba enriquecido com cereais: correlação da textura com os parâmetros sensoriais. *Revista de Ciência & Tecnologia*, 18(36), 25-40.

Quek, M. C., Chin, N. L., & Yusof, Y. A. (2013). Modelling of rheological behaviour of soursop juice concentrates using shear rate–temperature–concentration superposition. *Journal of Food Engineering*, 118(4), 380-386.

Sato, A. C. K., & da Cunha, R. L. (2007). Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(4), 890-896.

Silva, C. M., Lins, T., Junior, S., & Junior, I. M. P. (2019). Caracterização reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS*, 5(2), 285.

Silva, L. M. R., Maia, G. A., De Figueiredo, R. W., Ramos, A. M., Gonzaga, M. L. D. C., & Lima, A. D. S. (2012). Comportamento reológico de bebidas mistas de cajá e manga adicionadas de prebióticos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 30(1).

Silva, L. D., Lim^a, A. D. S., Maia, G. A., Figueiredo, R. W., Sousa, P. H. M., & Lima, J. D. S. S. (2012a). Desenvolvimento de néctares mistos à base de manga e cajá enriquecidos com frutooligosacarídeos ou inulina Development of mixed nectars made of caju and mango enriched with fructooligosaccharides or inulin. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 22(1), 149-154.

Silva, L. M. R., Maia, G. A., Figueiredo, R. W., Ramos, A. M., Holanda, D. K. R., & Vieira, N. M. (2012b). Ajuste dos parâmetros reológicos de polpas de acerola, caju e manga em função da temperatura: modelos de Ostwald-de-Waele, Herschel-Bulkley e Casson. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 14(1), 37-49.

Silva, M. C., de Souza, V. B., Thomazini, M., da Silva, E. R., Smaniotto, T., de Carvalho, R. A., & Favaro-Trindade, C. S. (2014). Use of the jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) depulping

residue to produce a natural pigment powder with functional properties. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 203-209.

Sousa, E. P., de Melo Queiroz, A. J., de Figueirêdo, R. M. F., & Lemos, D. M. (2014). Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações/Rheological behavior and effect of temperature of pequi pulp at different concentrations. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(3), 226.

Statsoft (2008), Inc. Statistica for Windows (data analysis software system), version 8.0. *Computer program manual*. Tulsa: Statsoft.

Steffe, J. F. (1996). Rheological methods in food process engineering. Michigan: *Freeman Press*, 428 p

Tadini, C. C., Telis, V. R. N., & de Almeida Meirelles, A. J. (2016). *Operações unitárias na indústria de alimentos*. Grupo Gen-LTC.

Vriesmann, L. C. (2008). Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): structural characterization of a pectic fraction. *Carbohydrate Polymers*, p. 2-4.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro – 10%

Luana Nascimento Silva – 10%

Cecília Elisa de Sousa Muniz – 10%

Lucas Rodolfo Inácio da Silva – 10%

Flávia Izabely Nunes Moreira – 10%

Yara Gerônimo Monteiro – 10%