

Comportamento reológico e perfil de textura de iogurte integral com polpa de achachairu (*Garcinia humilis*)

Sâmela Leal Barros^[1], Newton Carlos Santos^[2], Renata Duarte Almeida^[3], Virgínia Mirtes de Alcântara Silva^[4], Raphael Lucas Jacinto Almeida^[5], Amanda Priscila Silva Nascimento^[6]

[1] samelaleal7@gmail.com. [2]newtonquimicoindustrial@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/Departamento de Engenharia Agrícola. [3]renatadual@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande/Departamento de Engenharia de Alimentos. [4]virginia.mirtes2015@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/ Departamento de Recursos Naturais. [5]raphaelqindustrial@gmail.com. Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Engenharia Química. [6]amandaprisciel@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande/Departamento de Engenharia de Processos

RESUMO

Um dos parâmetros que mais influenciam a aceitação sensorial de iogurtes é a textura apresentada. Através da determinação do comportamento reológico, possibilita-se o dimensionamento de equipamentos. Assim, o presente estudo teve como objetivo determinar o comportamento reológico e o perfil de textura de iogurtes integral acrescidos com diferentes concentrações da polpa do achachairu submetidos a distintas temperaturas, além de ajustar os dados aos modelos reológicos estudados e avaliar a influência da polpa e da temperatura sobre o perfil de textura instrumental. O estudo reológico foi realizado e os modelos reológicos foram ajustados aos dados experimentais obtidos. O modelo reológico de Herschel-Bulkley apresentou o melhor ajuste para todas as formulações e temperaturas com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0.99 e baixos valores de qui-quadrado (X^2). Houve a diminuição da firmeza dos iogurtes devido ao aumento da concentração de polpa, no entanto, quando submetidos à temperatura de 9 °C, apresentaram maior firmeza. Por outro lado, o iogurte apresentou a configuração de um fluido não newtoniano, no caso específico a de um pseudoplástico e os parâmetros de textura instrumental apresentaram tendência de redução com o aumento da temperatura.

Palavras-chave: Fluidos. Fruta exótica. Lei da potência. Pseudoplástico.

ABSTRACT

One of the parameters that most influence the sensorial acceptance of yogurt is the texture presented. By determining the rheological behavior, we enable the sizing of the equipment. The aim of the present study is to determine the rheological behavior and the texture of whole yoghurts with different concentrations of achachairu pulp submitted to different temperatures. In addition to that we aim to adjust the data to the rheological models studied and to evaluate the influence of pulp and temperature on the instrumental texture profile. The rheological study was performed and the rheological models were adjusted to the experimental data. The Herschel-Bulkley rheological model presented the best fit for all formulations and temperatures with determination coefficients (R^2) greater than 0.99 and low chi-square values (X^2). Yogurt firmness decreased due to the increase of pulp concentration, however when submitted to 9 °C temperature they presented more firmness. On the other hand, yogurt showed non-Newtonian fluid behavior, in the specific case of pseudoplastic and instrumental texture parameters, they tended to decrease with increasing temperature.

Keywords: Fluids. Exotic fruit. Power law. Pseudoplastic.

1 Introdução

O leite é um dos alimentos mais consumidos no mundo, pois apresenta, em sua composição, diversos nutrientes, como: proteínas, minerais, vitaminas, gorduras, açúcares, potássio, fósforo, riboflavina, magnésio, zinco e cálcio, que são essenciais para o bom funcionamento do organismo. Através do processamento do leite são produzidos inúmeros alimentos, como: bebidas lácteas, queijos, doces de leite, manteigas e iogurtes, possibilitando o armazenamento por um maior período de tempo e a agregação de novos sabores e de valor ao produto final (EGEA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019).

Além disso, a indústria de laticínios tem crescido exponencialmente em razão da busca por uma alimentação mais saudável, tornando-se necessário o desenvolvimento de novos produtos para atender à demanda existente (GONÇALVES *et al.*, 2018).

Um dos parâmetros que mais influenciam a aceitação sensorial do iogurte é a textura e o deessoramento do iogurte. O conhecimento destes parâmetros é essencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios e para que se estabeleça uma correlação entre os parâmetros físicos e sensoriais. Usualmente, os consumidores preferem iogurtes homogêneos, lisos, com textura suave, corpo viscoso, sem sinérese e com consistência, de forma que possam comê-los com a colher (GURJÃO *et al.*, 2015; EGEA *et al.*, 2019).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo determinar o comportamento reológico de iogurtes integrais adicionados de polpa de achachairu, além de ajustar os dados aos modelos reológicos estudados e avaliar a influência da polpa e da temperatura sobre o perfil de textura instrumental do produto final.

2 Referencial teórico

O iogurte é definido como sendo um leite fermentado produzido através do cultivo protossimbióticos de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus*. O processo de fermentação provoca a quebra de substâncias orgânicas, transformando-as em compostos menores, e possibilita, conseqüentemente, a produção de um alimento mais digestível, estável, aromatizado e com melhor valor nutricional. Quando comparado ao leite, constata-se que o iogurte é mais nutritivo e é uma excelente fonte de proteínas, cálcio, fósforo, riboflavina,

tiamina, vitamina B12, folato, niacina, magnésio e zinco (GAHRUIE *et al.*, 2015).

Com o intuito de valorizar as características sensoriais e ampliar o consumo de iogurte, são adicionados outros ingredientes, como polpas de frutas, que agregam sabor ao produto final e provocam melhoria no valor nutricional do produto (GONÇALVES *et al.*, 2018).

O achachairu (*Garcinia humilis*) é uma planta frutífera proveniente da Bolívia, mas que vem ganhando destaque na produção em escala comercial nas diversas regiões do Brasil devido às condições climáticas e de solo satisfatórias para o desenvolvimento das plantas e da produção dos frutos. A fruta possui diversos nutrientes em sua composição e sua ingestão é associada a diversos benefícios à saúde humana, como no tratamento de reumatismo, inflamações, dores e distúrbios gástricos (MELO *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

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 (PELEGRINE *et al.*, 2015).

A descrição do comportamento reológico é feita através de modelos empíricos e semiempíricos, que são usados para relacionar a tensão de cisalhamento com a taxa de deformação, facilitando os cálculos de engenharia. Na literatura, há diversas equações que descrevem o comportamento não newtoniano de fluidos e, entre as mais utilizadas, encontram-se os modelos de Ostwald-de-Waelle, Herschell-Buckley e Mizrahi & Berk. Possibilita-se, a partir desses conhecimentos, adequar o controle das linhas de produção, o projeto e o dimensionamento dos processos (SOUSA *et al.*, 2017).

3 Material e métodos

3.1 Matérias-primas e processamento

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Derivados do Leite, da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

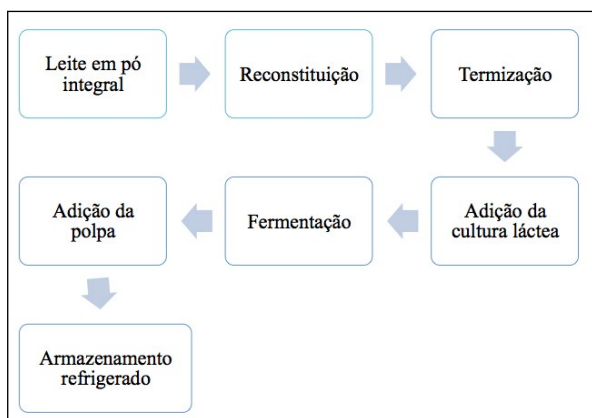
Os achachairus (*Garcinia humilis*) foram adquiridos na Central de Abastecimento – CEASA, localizada no município de Recife (Pernambuco, Brasil), e transportados em caixas térmicas até o laboratório,

onde foram lavados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos e, posteriormente, enxaguados em água corrente. Em seguida, com o auxílio de uma faca, foram separadas as frações: casca, polpa e semente dos frutos.

3.2 Elaboração dos iogurtes

A elaboração dos iogurtes foi realizada através do fluxograma, como expresso na Figura 1. Para o preparo do inóculo, utilizou-se leite em pó integral comercial® reconstituído conforme descrito em sua embalagem. O mesmo foi termizado a 80 °C durante 15 minutos, resfriado a 45 ± 1 °C. Após o preparo do inóculo, inoculou-se a cultura comercial de *Streptococcus salivarius* sub sp. *thermophilus*, incubando-a a 45 ± 1 °C durante 4 horas (até atingir o percentual de acidez desejado). Após esse período fermentativo, o inóculo foi mantido sob refrigeração para uso posterior. Foram elaborados cinco iogurtes: uma amostra controle (sem adição de polpa de achachairu *in natura*) e os demais com diferentes percentuais de polpa de achachairu *in natura* (5, 10, 15, 20%) ao iogurte integral. Para cada formulação foi feito o procedimento de incubação descrito anteriormente. Cada formulação elaborada foi acondicionada em embalagens plásticas previamente esterilizadas.

Figura 1 – Fluxograma de elaboração do iogurte integral com adição de polpa de achachairu



Fonte: Adaptado de Mantovani et al. (2012).

3.3 Comportamento reológico

Para determinação do estudo reológico dos iogurtes elaborados, utilizou-se um viscosímetro Brookfield, modelo DV II + Pro, para efetuar as leituras dos valores de viscosidade aparente e a porcentagem de torque de cada iogurte nas diferentes concentrações de polpa (0, 5, 10, 15 e 20%) e temperaturas de 9 e 19 °C (medidas com auxílio de um termostato em pressão atmosférica ambiente) em diferentes velocidades de rotações. Para transformar as leituras dos torques em medidas reológicas, utilizou-se a metodologia proposta por Mitschka (1982).

Com os dados de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, foram traçados os reogramas e ajustados os modelos reológicos (Quadro 1) de Ostwald-de-Waelle, Herschel-Bulkley e Mizrahi & Berk, utilizando-se o programa Statistica versão 7.0.

Quadro 1 – Modelos reológicos utilizados para predição dos dados

Modelos Reológicos	Equações
Ostwald-de-Waelle	$\tau = k \gamma^n$ (1)
Herschel-Bulkley	$\tau - \tau_{oH} = K_H \gamma^{nH}$ (2)
Mizrahi-Berk	$\tau^{0.5} = k_{oc} + k_c \gamma^{n1}$ (3)

Para avaliar o ajuste dos modelos reológicos aos dados experimentais, foram calculados os valores dos coeficientes de determinação (R²) e foi aplicado o teste de qui-quadrado (Equação 4).

$$\chi^2 = \sum (X_{obs} - X_{pre})^2 \quad (4)$$

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

3.4 Determinação do perfil de textura

As cinco formulações elaboradas em suas duas temperaturas foram submetidas à análise do perfil de textura (TPA) em texturômetro universal (modelo TA-XT plus -Textura Analyzer, do fabricante Stable Micro Systems e equipado com o software *Exponent Stable Micro Systems*), com utilização do probe P-36R, para a obtenção dos atributos de firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade.

3.5 Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade; as respostas qualitativas significativas foram submetidas ao teste de *Tukey*, adotando-se o mesmo nível de 5% de significância. Para o desenvolvimento das análises estatísticas, foi utilizado o software Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4 Resultados da pesquisa

No Quadro 2, têm-se os parâmetros reológicos dos modelos de Ostwald-de-Waele, Herschel-Bulkley e Mizrahi & Berk ajustados aos dados experimentais da viscosidade aparente em função da taxa de deformação do iogurte com a adição de 0, 5, 10, 15, 20% da polpa de achachairu, como também coeficientes de determinação (R^2) e a função qui-quadrado (χ^2).

Quadro 2 – Parâmetros dos modelos reológicos, coeficiente de determinação (R^2) e função qui-quadrado (χ^2) para iogurte adicionado da polpa de achachairu (0, 5, 10, 15 e 20%) referente à temperatura de 9 e 19 °C

Modelos	Formulação (%)	Temperatura (°C)	Parâmetros			R^2	χ^2	
			$K (Pa.s)^n$	n				
Ostwald-de-Waele	0	9	7,652	0,5132		98,22	0,00292	
		19	8,821	0,4345		98,66	0,02331	
	5	9	11,117	0,3879		98,62	0,01678	
		19	9,909	0,3749		96,30	0,03640	
	10	9	9,053	0,4153		98,63	0,02381	
		19	8,671	0,3880		99,04	0,00606	
	15	9	10,364	0,3687		98,31	0,01408	
		19	12,553	0,2793		97,86	0,00273	
	20	9	14,486	0,2411		99,21	0,00019	
		19	16,044	0,2101		94,80	0,00104	
	Herschel-Bulkley	0	9	$K_H (Pa.s)^n$	n_H	$\tau_{oH} (Pa)$	R^2	χ^2
			19	12,309	0,432	-9,866	99,25	0,00075
5		9	0,6800	0,897	24,729	99,44	0,00006	
		19	0,594	0,902	29,629	99,57	0,00144	
10		9	0,053	0,998	31,994	99,57	0,00052	
		19	0,388	0,984	26,760	99,78	0,00024	
15		9	0,972	0,757	20,300	99,56	0,00368	
		19	0,251	0,998	29,148	99,78	0,00018	
20		9	0,179	0,967	29,528	99,55	0,00012	
		19	1,586	0,552	23,534	99,53	0,00029	
Mizrahi & Berk		0	9	$K_{OM} (Pa)$	n_M	$K_M (Pa.s)^n$	R^2	χ^2
			19	-9,866	0,432	12,309	99,25	0,007540
	5	9	24,729	0,897	0,680	99,43	0,000581	
		19	29,629	0,902	0,594	99,57	0,000871	
	10	9	31,994	0,998	0,053	99,56	0,000498	
		19	26,760	0,984	0,388	99,78	0,000214	
	15	9	20,301	0,757	0,972	99,56	0,002416	
		19	29,148	0,998	0,251	99,78	0,009654	
	20	9	29,528	0,967	0,179	99,55	0,011655	
		19	23,534	0,552	1,586	99,53	0,000413	
						99,11	0,000602	

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se afirmar que os modelos de Herschel–Bulkley e Mizrahi & Berk apresentaram os melhores ajustes, pois possuem coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99. No entanto, menores valores da função qui-quadrado (χ^2) foram obtidos para o modelo de Herschel–Bulkley que variaram de 0,00011 a 0,00368. O modelo de Ostwald-de-Waele apresentou os menores coeficientes de determinação (R^2) ($0,94 < R^2 < 0,99$), assim como os maiores valores da função qui-quadrado (χ^2). Com esses resultados, pode-se afirmar χ^2 ar que o modelo de Herschel–Bulkley foi o que melhor descreveu o comportamento do iogurte adicionado da polpa de achachairu nas concentrações e temperaturas utilizadas.

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.

Segundo Almeida *et al.* (2019a), o índice de consistência (K), apresentado no modelo de Ostwald-de-Waele, representa o grau de resistência do fluido ao escoamento. Verifica-se que os maiores valores para este índice foram obtidos na formulação que contém 20% de polpa em ambas as temperaturas estudadas, da mesma maneira que houve uma diminuição deste parâmetro com o aumento da temperatura, fato este também observado por Gurjão *et al.* (2015) ao estudarem iogurte de cajá nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Verifica-se que os valores de “n” para os três modelos ajustados (índices de comportamento de escoamento ou índice de comportamento do fluido) apresentaram valores inferiores a 1 para as duas temperaturas estudadas (9 e 19 °C), indicando que todas as formulações elaboradas podem ser classificadas com fluidos não newtonianos com tendência pseudoplástica ($n < 1$). Segundo Gurjão *et al.* (2015), na indústria este comportamento reflete no aumento de velocidade de fluxo quando submetido ao estreitamento de tubos durante o processo de envase e em processos de mistura.

Egea *et al.* (2019), ao avaliarem o comportamento reológico de 4 diferentes marcas comerciais de iogurte integral sabor morango, verificaram que todas as amostras apresentaram o mesmo comportamento do presente estudo, sendo elas caracterizadas como fluidos não newtonianos e pseudoplásticos. Segundo Sousa *et al.* (2016), fluido newtoniano apresenta uma

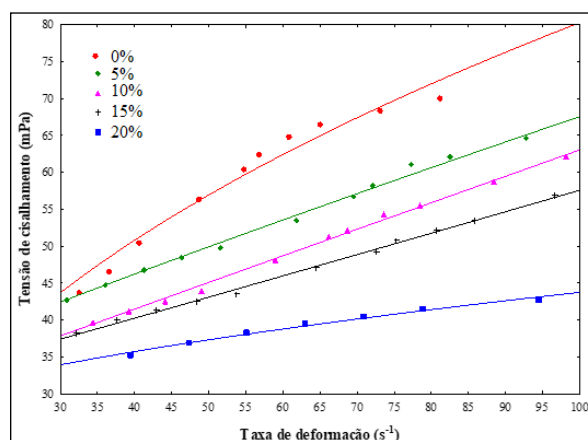
relação fixa entre as taxas de deformação e as tensões de cisalhamento, simplificando o cálculo de massas e volumes movimentados durante o processamento, uma vez que indica uma resposta linear a diferentes taxas de deformação.

No modelo de Herschel-Bulkley, é possível observar a tensão de cisalhamento inicial, constatando-se que os iogurtes na temperatura de 19 °C necessitam de força maior para flutuar quando comparada às formulações na temperatura de 9 °C. Não foi observado proporcionalidade entre o aumento deste parâmetro com relação ao acréscimo da concentração de polpa. Segundo Pereira *et al.* (2012), as alterações observadas no parâmetro K_H não estão relacionadas à temperatura.

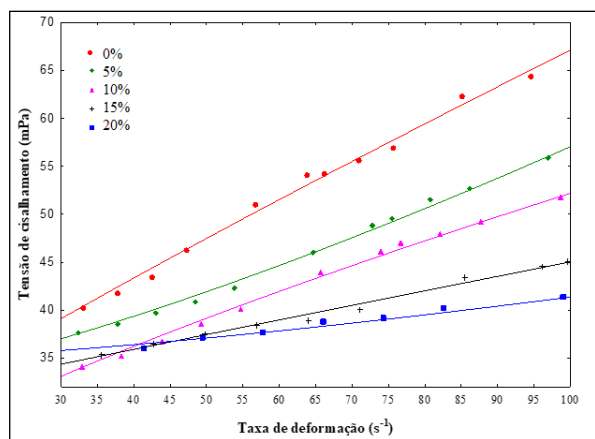
Segundo Steffe (1996) e Sousa *et al.* (2017), a tensão de cisalhamento inicial (τ_{0M}) é finita, porém necessária para que o fluido comece a escoar, e observa-se uma tendência à diminuição devido ao aumento da temperatura. No entanto, este decréscimo não é uma regra para os modelos reológicos.

Na Figura 1, têm-se os gráficos dos valores da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para as formulações de iogurte com diferentes concentrações de polpa de achachairu, nas temperaturas de 9 a 19 °C, com ajustes pelo modelo de Herschel-Bulkley.

Figura 1 – Relação da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para o iogurte com diferentes concentrações da polpa de achachairu, com ajustes pelo modelo de Herschel-Bulkley: (a) 9 °C; (b) 19 °C.



(a)



(b)

Fonte: Elaboração própria.

Valores superiores de viscosidade são observados nas amostras que possuem menor concentração de polpa e temperatura mais baixa (9 °C), denotado pela posição mais alta das curvas na relação tensão de cisalhamento e taxa de deformação (Figura 1a) em

função destas variáveis. Da mesma forma, verifica-se pelo cruzamento entre curvas das diferentes concentrações na temperatura de 19 °C que, à medida que o iogurte tem aumentado a concentração de polpa, a diferença de 5% entre as formulações subsequentes tem pouca influência na posição das curvas (Figura 1b). Segundo Melo, Figueirêdo e Queiroz (2008) e Feitosa *et al.* (2018), os valores de viscosidade aparente de um fluido diminuem com o aumento da taxa de deformação (s⁻¹).

Os parâmetros de textura instrumental dos iogurtes adicionados da polpa do achachairu são apresentados no Quadro 3. Através da análise de variância, observou-se que a adição da polpa do achachairu, assim como as suas duas temperaturas 9 °C (armazenamento) e 19 °C (consumo), provocou diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros de firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade avaliados pelo método instrumental.

Quadro 3 – Firmeza instrumental, consistência, coesividade e índice de viscosidade de iogurtes adicionados da polpa do achachairu (0, 5, 10, 15 e 20%) nas temperaturas de 9 e 19 °C.

Formulação (%)	Temperatura (°C)	Parâmetros			
		Firmeza (N)	Consistência (N.s)	Coesividade (N)	Índice de viscosidade (N.s)
0	9	0,804 ^a	19,313 ^a	0,780 ^a	2,322 ^a
	19	0,552 ^{bc}	12,696 ^{bc}	0,417 ^{bc}	1,338 ^b
5	9	0,520 ^{bcd}	12,257 ^{bcd}	0,403 ^{bcd}	1,322 ^b
	19	0,432 ^{de}	9,998 ^{bef}	0,318 ^{cde}	0,958 ^{cd}
10	9	0,603 ^b	13,600 ^b	0,381 ^{bcd}	1,199 ^{bcd}
	19	0,518 ^{bcd}	11,891 ^{bcd}	0,376 ^{bcd}	1,093 ^{bc}
15	9	0,577 ^b	13,086 ^b	0,434 ^b	1,341 ^b
	19	0,411 ^e	9,456 ^{ef}	0,304 ^{de}	0,823 ^d
20	9	0,462 ^{cde}	10,385 ^{cdef}	0,330 ^{bcd}	0,960 ^{cd}
	19	0,407 ^e	9,105 ^f	0,286 ^e	0,762 ^d

Nota: Letras minúsculas sobrescritas iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre as formulações desenvolvidas e temperaturas avaliadas ($p > 0,05$).

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar que a firmeza dos iogurtes diminui com o aumento da concentração de polpa e que, na mesma formulação, quando se tem aumento da temperatura esse parâmetro também sofre redução. Observa-se também que apenas a formulação 0% de polpa na temperatura de 9 °C apresenta diferença

estatística das demais, porém as formulações com 10 e 15% de polpa na temperatura de 9 °C e as com 15 e 20% de polpa na temperatura de 19 °C não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$). Almeida *et al.* (2019b), ao analisarem a textura de iogurtes tipo grego, obtiveram valores que variaram de 0,703 a 1,121 N.

Segundo Vianna *et al.* (2019), a firmeza é considerada um dos principais parâmetros texturais para a aceitabilidade do iogurte. Partindo desse pressuposto, pode-se afirmar que as amostras contendo menores concentrações de polpa e armazenadas a 9 °C podem apresentar melhor aceitação sensorial com relação a este parâmetro.

Quanto à consistência, houve uma variação 9,105 a 19,313 N.s.; o iogurte com 0% da polpa apresentou o maior valor (19,313 N.s), diferindo das demais formulações ($p > 0,05$). De acordo com Mousavi *et al.* (2018), a consistência do iogurte é um parâmetro que influencia fortemente na aceitabilidade do alimento. Este parâmetro representa a união das moléculas do produto até que ocorra uma deformação devido à aplicação de forças externas. Neste sentido, constatou-se que as amostras que possuem menor percentual de polpa e são armazenadas em temperaturas de refrigeração (9 °C) apresentam consistência mais adequada com relação ao produto estudado.

Almeida Neta *et al.* (2018), ao avaliarem o perfil de textura durante 21 dias de armazenamento de sobremesas lácteas com soro de leite e ingredientes da casca da jabuticaba, obtiveram valores que variaram de 8,35 a 13,46 N.s, sendo estes valores próximos aos reportados no presente estudo.

Com relação aos valores de coesividade, pode-se observar na no Quadro 3 que as formulações com 10% de polpa para as duas temperaturas não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação à formulação com 20% de polpa a 9 °C. Os atributos para esse parâmetro sofreram redução com aumento no percentual de polpa e na temperatura. Segundo Mantovani *et al.* (2012), a coesividade permite avaliar a resistência do produto ao se dissolver durante a degustação do provador; e, ao avaliarem este atributo em iogurtes elaborados com diferentes concentrações de sólidos totais, obtiveram valores que variaram de 0,600 a 0,830 N.

Assim como os demais parâmetros de textura avaliados, o índice de viscosidade também apresentou comportamento semelhante. No entanto, para temperatura de 19 °C, as formulações com 15 e 20% de polpa não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$) e na temperatura de 9 °C as formulações com 5 e 15% de polpa também não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Valores superiores para estes parâmetros foram observados por Vieira *et al.* (2017) para iogurtes

elaborados em diferentes concentrações de suco de limão (2, 4, 6, e 8%), nos quais obtiveram índices de viscosidade com variação de 5,928 a 8,641 N.s.

5 Conclusão

O iogurte adicionado da polpa do achachairu, nas diferentes concentrações e temperaturas, apresentou comportamento de fluido não newtoniano, no caso específico o de um pseudoplástico. E o modelo reológico de Herschel-Bulkley apresentou o melhor ajuste para todas as formulações e temperaturas com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0.99 e baixos valores de qui-quadrado (χ^2). Os parâmetros de textura instrumental (firmeza, consistência, coesividade e viscosidade) apresentaram tendência de redução com o aumento da temperatura e do percentual de polpa de achachairu. Portanto, valores superiores de firmeza, consistência, coesividade e adesividade foram observados na amostra contendo 0% de polpa e armazenados na temperatura de 9 °C.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETA, M. C.; QUEIROGA, A. P. R.; ALMEIDA, R. L. J.; SOARES, A. C.; GONÇALVES, J. M.; FERNANDES, S. S.; SOUSA, M. C.; SANTOS, K. M. O.; BURITI, F. C. A.; FLORENTINO, E. R. Fermented Dessert with Whey, Ingredients from the Peel of Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) and an Indigenous Culture of *Lactobacillus plantarum*: Composition, Microbial Viability, Antioxidant Capacity and Sensory Features. **Nutrients**, v. 10, n. 1214, p. 1-19, 2018.
- ALMEIDA, R. L. J.; SANTOS, E. R. M.; PEREIRA, T. S.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; SILVA, V. M. A.; RIBEIRO, V. H. A.; ALMEIDA, R. D.; SANTIAGO, A. M.; LUIZ, M. R. Bioactive compounds and reological study of physalis (*P. peruviana*) pulp as a result of maltodextrin concentration. **International Journal of Development Research**, v. 9, n. 8, p. 29205-29210, 2019a.
- ALMEIDA, R. L. J.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; NASCIMENTO, A. P. S.; SILVA, V. M. A. Characterization physical-chemical and textural of yogurts type greek commercialized in the city of Campina Grande-PB. **Revista Higiene Alimentar**, v. 33, n. 288/289, p. 983-987, 2019b.
- EGEA, M. B.; GOMES, A. C. G.; LIMA, M. S.; TAKEUCHI, K. P. Relação entre as características físico-químicas e reológica e o valor comercial de iogurte integral com sabor morango. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, n. 1, p. 1-11, 2019.

FEITOSA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Rheological behavior murta's pulp with maltodextrin. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 5, p. 391-398, 2018.

GAHRUIE, H. H.; ESKANDARI, M. H.; MESBAHI, G.; HANIFPOUR, M. A. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. **Food Science and Human Wellness**, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2015.

GONÇALVES, N. M.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O.; CARVALHO, M. G. Iogurte com geleia de cajá (*Spondias mombin* L.) adicionado de probióticos: avaliação microbiológica e aceitação sensorial. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, p. 54-63, 2018.

GURJÃO, F. F.; CARNEIRO, G. G.; PESSOA, T.; SILVA, D. R. S.; PÊ, P. R. Comportamento reológico de iogurte de cajá comercializado em Campina Grande, Paraíba. **Revista Verde**, v. 10, n. 2, p. 257-260, 2015.

MANTOVANI, D.; CORAZZA, M. L.; CARDOZO FILHO, L.; COSTA, S. C. Elaboration of yoghurt with different concentrations of solids total, analysis, chemical-physical and texture of profile. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 680-687, 2012.

MELO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Comportamento reológico da polpa de buriti com leite. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 197-206, 2008.

MELO, M. S.; BENETT, C. G. S.; MELO, B. S.; LOURENÇO, S. L. O.; BARBOZA, F. S. Physical-chemical analysis of achachairu fruits collected in diferente plant parts. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 17-21, 2017.

MITSCSKA, P. Simple conversion of Brookfield RVT: readings into viscosity functions. **Rheologica Acta**, v. 21, p. 207-209, 1982.

MOUSAVI, M.; HESHMATI, A.; GARMAKHANY, A. D.; VAHIDINIA, A.; TAHERI, M. Texture and sensory characterization of functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. **Food Science & Nutrition**, v. 7, p. 907-917, 2018.

OLIVEIRA, K. D. C.; SILVA, S. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F. Análise sensorial e físico-química de geleia de achachairu (*Garcinia humillis* (Vahl) C. D. Adam). **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2019.

PELEGRINE, D. H. G.; AGUIAR, L. F. S.; LODELIS, A. Iogurte de goiaba enriquecido com cereais: correlação da textura com os parâmetros sensoriais. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 36, p. 25-40, 2015.

PEREIRA, N. J. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; NUNES, J. T.; GOMES, J. P. Rheological behavior of guava pulp cv. Paluma. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. Especial, p. 479-496, 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, n. 1, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, L. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. F.; RAMOS, A. M.; GONZAGA, M. L. C.; LIMA, A. S. Comportamento reológico de bebidas mistas de cajá e manga adicionadas de prebióticos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2012.

SILVA, T. H. B.; PINTO, E. G.; LIMA, L. F.; FERNANDES, A. P. S.; SOARES, D. S. B. Avaliação do teor de lactose em leite uht zero lactose. **Higiene Alimentar**, v. 33, n. 1, p. 2913-2917, 2019.

SOUSA, E. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Rheological behavior of the angico and marmeleiro honeys in different temperatures. **Engevista**, v. 18, n. 2, p. 389-341, 2016.

SOUSA, S. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, F. B. Rheological behavior of whole and concentrated noni pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-10, 2017.

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

VIANNA, F. S.; CANTO, A. C. V. C.; LIMA, B. C.; SALIM, A. P.; BALHAZAR, C. F.; COSTA, M. P.; PANZENHAGEN, P.; RACHID, R.; FRANCO, R. M.; CONTE JÚNIOR, C. A.; SILVA, A. C. O. Milk from different species on physicochemical and microstructural yoghurt properties. **Ciência Rural**, v. 49, n. 6, p. 1-15, 2019.

VIEIRA, A. F.; SILVA, R. R. L.; ALVES, D. E. G.; MORAIS, H. M. B. R.; SANTOS, D. C. Processamento e caracterização de iogurte de limão. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 2, p. 2420-2436, 2017.