



Relação entre as características físico-químicas e reológica e o valor comercial de iogurte integral com sabor morango

Mariana Buranelo Egea¹, Ana Carolina Galvão Gomes¹, Maria Siqueira de Lima¹, Katiuchia Pereira Takeuchi^{1,2}

O consumidor tem buscado uma alimentação mais saudável, e por isso, produtos como iogurtes tiveram um aumento considerável no consumo. Este trabalho teve como objetivo avaliar quatro marcas de iogurtes integrais comerciais quanto as características físico-químicas e reológicas. As marcas comerciais avaliadas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no teor de sólidos solúveis totais (°Brix), sendo que a marca C (17,47) foi quase duas vezes maior que o valor encontrado para a marca B (9,332). Houve diferença significativa entre os valores de pH encontrados para as marcas comerciais. As marcas comerciais A e C; e, B e D não apresentaram diferença significativa entre eles para o teor de acidez titulável em ácido láctico. Os valores de acidez verificados em todas as amostras analisadas (0,55 a 0,83 %, m/v), sendo que duas amostras avaliadas se mostraram em desacordo com a legislação. A sinérese dos iogurtes mostrou-se entre 23,14 a 43,37 % sem diferença significativa entre as marcas avaliadas. As marcas comerciais apresentaram valores de tonalidade entre 15,19° a 22,01° (ângulo hue), mostrando que os iogurtes integrais sabor morango possuem cor avermelhada. Todas as amostras avaliadas apresentaram comportamento não newtoniano, seguindo o modelo matemático Lei da Potência ou pseudoplástico. Desta forma, foi possível estabelecer uma caracterização da cor, reológica e características físico-químicas para quatro marcas de iogurte comerciais disponíveis no mercado.

Palavras-chave: Bebida láctea. Reologia. Viscosidade.

Relationship between physical-chemical and rheological characteristics and commercial value of strawberry-flavored whole-yogurt

The consumer is looking for a healthy diet, and therefore, products such as yogurt has considerable increase in consumption. The objective of this study was to evaluate of the physico-chemical and rheological characteristics of four commercial whole yoghurts. The samples evaluated showed significant differences ($p < 0.05$) in the total soluble solids content (°Brix), and the C sample (17.47) was almost twice the value found for sample B (9.332). There was a significant difference between the pH values found for the samples. The samples A and C; and, B and D were showed no significant difference between them for the titratable acidity content in lactic acid. The titratable acidity content to all samples (0.55 to 0.83%, m/v) and two samples evaluated were in disagreement with the Brazilian legislation. The samples were showed syneresis between 23.14 and 43.37% without significant difference. The commercial yogurt presented values of between 15.19° to 22.01° (hue angle), showing that the sample have a reddish color. All the evaluated samples presented non-Newtonian and pseudoplastic behavior, with the mathematical model Law of Power or adjusted. In this way, it was possible to establish a characterization of the color, rheology and physical-chemical characteristics for four trademarks of whole yogurt.

Keywords: Dairy beverage. Rheology. Viscosity

¹ Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Endereço para Correspondência: Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, KM 01, Caixa Postal 66, 75901-970, Rio Verde – GO, (64)3620-5600. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

² Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, Campus Cuiabá - Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2.367, Boa Esperança

INTRODUÇÃO

O Brasil está em 6º lugar como maior produtor de leite mundial. Muitos produtos podem ser elaborados a partir do leite, como bebidas lácteas, queijos, doces de leite, manteigas e iogurtes, agregando valor ao produto^[1].

De acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade, iogurte é o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protossimbóticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* aos quais podem-se acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade contribuem para a determinação das características do produto final^[2].

A ingestão dietética dos brasileiros é distante das recomendações nutricionais quanto ao teor de fibras, vitaminas e minerais, assim como acontece com o cálcio. O aumento do consumo de derivados lácteos poderia melhorar esta qualidade de ingestão de nutrientes, sendo que atualmente a prevalência de consumo é apenas em 43% da população^[3].

O iogurte é um alimento de grande perecibilidade e deve ser mantido em condições ideais de armazenamento, possibilitando a conservação dos nutrientes, das características físico-químicas e sensoriais, e da viabilidade e vitalidade das bactérias probióticas lácticas presentes no mesmo, quando for o caso^[4]. O processo de acidificação permite o prolongamento da vida de prateleira por meio da inibição do desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos. Além disso, os compostos formados durante o processo fermentativo podem auxiliar na diversificação e diferenciação dos produtos lácteos^[5]. Dentre várias adições de polpa de frutas utilizadas para a fabricação de iogurtes, a produção do sabor morango é a mais consumida e a mais aceita^[6].

Textura e dessoramento do iogurte são dois fatores que influenciam fortemente a aceitação do iogurte, sendo que ocorre forte preferência por parte dos consumidores por iogurtes homogêneos, lisos, com textura suave, corpo viscoso, sem sinérese e com consistência tal que se possa comê-lo com a colher^[7, 8].

A cor, um dos primeiros estímulos recebidos pelo consumidor sobre os produtos alimentícios, por ser um fator decisório no momento da compra^[9], e por isso, deve ser controlada em laboratórios de controle de qualidade da indústria de alimentos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de quatro marcas de iogurtes integrais comerciais quanto as características físico-químicas e reológicas e relacioná-las com o valor comercial.

MATERIAL E MÉTODO

Quatro diferentes marcas de iogurtes integrais de sabor de morango foram adquiridas, em triplicata, em comércio local na cidade de Rio Verde - GO, mantidos sob refrigeração conforme indicado na rotulagem até a realização das análises. Como o prazo de validade do produto estudado é de 45 dias, as amostras selecionadas estavam na metade da durabilidade (entre 20-25 dias).

As análises físico-químicas (pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis) dos iogurtes foram realizadas conforme descrita pelo Instituto Adolfo Lutz^[10]. Para a determinação do pH, 50 mL de cada amostra dos iogurtes foram colocadas em béquer e a leitura realizada diretamente em pHmetro digital (TecnoPON, modelo mPA-210P, Piracicaba, Brasil). Para determinação da acidez total titulável, transferiu-se 5 mL de iogurte para um Erlenmeyer, onde adicionou-se 25 mL de água destilada, foi introduzido o eletrodo do pHmetro, mantido sob agitação e foi realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até alcançar o valor de pH 8,1. O volume de

NaOH foi utilizado para calcular o percentual de acidez em ácido láctico (m/v) das amostras de iogurte. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado por leitura direta em refratômetro digital portátil (A. Krüss Optronic, modelo DR301-95, Hamburg, Alemanha).

A cor foi determinada^[11] a partir da leitura realizada no sistema CIELab realizada em espectrofotômetro (HunterLab, ColorFlex EZ, Virginia, EUA). A verificação dos parâmetros de cor foi realizada no software CorelDRAW X7 (64-Bit) utilizando sistema CIELab.

Para a determinação da sinérese, as amostras foram colocadas em tubos de ensaio tipo Falcon e centrifugadas (ITR®, modelo 8 BT Inox, Esteio, Brasil) por 10 minutos a 1100 rpm. O sobrenadante foi descartado e o percentual de sinérese foi calculado pela massa do soro separada da rede de gel, durante a centrifugação, dividido pela massa de iogurte inicial, multiplicado por 100^[12].

Os parâmetros reológicos foram obtidos na temperatura de 10 °C usando-se um viscosímetro rotacional (QUIMIS®, modelo Q860M21, Diadema, Brasil), baseado em Terhaag *et al.*^[13] com modificações. O aumento da tensão de cisalhamento foi obtido pelo aumento da rotação, a partir da variação contínua da velocidade angular do cilindro (spindle 1). Foram utilizadas rotações entre 0,1 a 60 rpm.

Os dados de viscosidade da curva ascendente após equilíbrio estacionário das amostras foram ajustados ao modelo reológicos da Lei da Potência (Equação 1) e Modelo de Herschel Bulkley (Equação 2). Para o ajuste dos modelos foi realizada a análise de regressão não linear, pelo método Gauss-Newton.

$$\mu = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} = k_{LP} \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\mu = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} = \frac{\sigma_0}{\dot{\gamma}} + k_{HB} \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (\text{Equação 2})$$

em que: μ - viscosidade aparente (mPa.s); σ - tensão de cisalhamento (Pa); $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1}); k_{LP} ; k_{HB} - índices de consistência ($Pa \cdot s^n$) dos modelos Lei da Potência e Herschel-Bulkley, respectivamente; n - índice de comportamento do fluido (adimensional).

Para verificar o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação (R^2), erro médio relativo (P), o erro médio estimado (SE) e o teste de Qui-quadrado (χ^2) ao nível de significância de 5%, conforme as seguintes Equações 3, 4 e 5.

$$P = \frac{100}{n} \sum \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \quad (\text{Equação 3})$$

$$SE = \sqrt{\sum \frac{(Y - \hat{Y})^2}{GLP}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(Y - \hat{Y})^2}{GLP} \quad (\text{Equação 5})$$

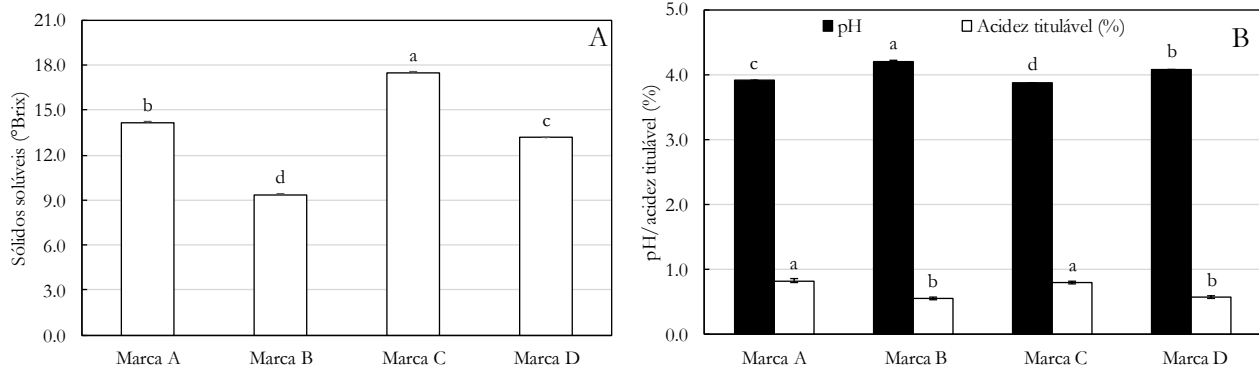
em que: Y: valor experimental; \hat{Y} : valor estimado; n: número de observações; GLR: graus de liberdade do modelo.

O experimento foi replicado três vezes e em cada replicação, as análises foram realizadas em triplicatas, com exceção da análise colorimétrica que foi realizada em quadruplicata. Os resultados apresentados corresponderam a média \pm erro padrão. Os dados foram analisados pela análise de variância one-way (ANOVA), enquanto o teste de Tukey ($p < 0,05$) foi utilizado para testar as diferenças entre as médias pelo software Assistat 7,7^[14].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quatro marcas de iogurtes foram codificadas em marcas comerciais A, B, C e D e os valores obtidos para pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis estão apresentados no Figura 1A e 1B.

Figura 1: Sólidos solúveis (°Brix) (Fig.1A) e pH, acidez titulável (% de ácido láctico) (Fig.1B) e de quatro marcas comerciais de iogurte integral com sabor morango



Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as diferentes marcas, pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%, para cada parâmetro avaliado. **Fonte:** Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

As marcas comerciais avaliadas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), sendo que o valor médio da marca C (17,47) foi quase duas vezes maior que o valor encontrado para a marca B (9,33) (Fig.1A). Segundo Mühlbauer et al.^[15], um maior teor de sólidos solúveis totais pode representar uma maior quantidade de polpa de fruta utilizada na sua produção. Também, pode representar melhora no sabor e maior rendimento na elaboração de produtos lácteos. Além disso, sabe-se que a lista de ingredientes disponível nos rótulos dos produtos está em ordem decrescente de quantidade^[16]. Observando isso, a marca C que mostrou maior teor de sólidos solúveis, apresentou na descrição da rotulagem açúcar como o segundo ingrediente, anteriormente ao preparado de polpa de frutas.

As marcas comerciais A e C; e, B e D não apresentaram diferença significativa entre si quanto ao teor de acidez titulável em ácido láctico (Fig. 1B). Os valores de acidez verificados para as amostras B e D encontraram-se abaixo do preconizado pela legislação brasileira (0,6 a 1,5%)^[2].

Houve diferença significativa entre os valores de pH encontrados para as marcas

comerciais de iogurte que variaram entre 3,88 (Marca C) a 4,08 (Marca D) (Fig. 1B). Não existe valor de pH padronizado para este produto na legislação brasileira, no entanto, foi possível perceber que os valores encontrados foram menores do que haviam sido relatados para iogurte produzido por leite de vaca (5,31) e búfala (5,01), provavelmente pela adição de polpa de goiaba^[17]. Enquanto isso, para bebida fermentada utilizando biomassa de quefir, Montanuci e Garcia^[18] relataram valores entre 4,43-5,57. Os valores do pH podem variar de acordo com as condições de fermentação (quantidade de inóculo utilizado, tempo de fermentação e disponibilidade de nutrientes), etapas do processamento (adição de ingredientes como polpa de frutas após o processo fermentativo), temperatura de transporte e armazenamento de cada marca avaliada^[19].

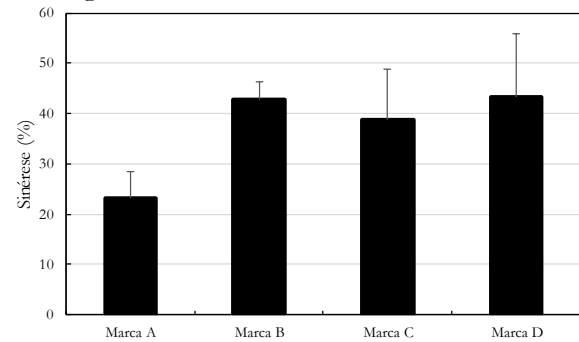
As marcas comerciais A e C apresentaram menores valores de pH (3,90 e 3,88, respectivamente). Este fenômeno é possível devido à conversão da lactose em ácido láctico pela fermentação das bactérias lácticas presentes no iogurte^[20].

O valor do pH tem sua importância relacionada com o aspecto visual do produto

final durante a conservação do iogurte em temperaturas baixas. É fundamental que haja controle rigoroso para que não ocorra separação de fases, acidificação elevada influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações nas características sensoriais que poderão tornar o produto indesejável^[21]. Segundo Robinson *et al.*^[22], valores de pH menores do que 4 não são recomendados para iogurtes, pois podem aumentar sua sinérese, em função da excessiva repulsão de cargas, alterando suas características reológicas.

A separação de fases em iogurtes é medida pelo percentual de sinérese. A sinérese representa um dos principais defeitos encontrados em iogurtes, sendo importante para a qualidade e aceitabilidade desses produtos pelos consumidores^[21]. A sinérese dos iogurtes mostrou-se entre 23,14 a 43,37 % sem diferença significativa entre as marcas avaliadas (Figura 2). Estes valores mostram-se próximos ao que havia sido relatado para iogurte desnatado probiótico com frutanos^[21]. Observou-se uma tendência de diminuição da sinérese, de 38,78 a 42,70 (%), com a diminuição do pH na faixa de 3,88 a 4,20, respectivamente. Esse fato pode ser explicado porque valores de pH próximos ao ponto isoelétrico das caseínas (~ pH 4,6), ocorre a máxima atração e agregação entre estas proteínas formando a rede do gel. Já em valores de pH abaixo do pI, as proteínas apresentam cargas líquidas positivas, induzindo repulsão eletrostática entre as mesmas, podendo facilitar a interação da água no sistema e assim, diminuir a sinérese^[22].

Figura 2: Percentual de sinérese de marcas comerciais de iogurte integral com sabor de morango



Fonte: Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

Houve diferença significativa entre os valores médios de L^* para as quatro amostras de iogurte ($p > 0,05$). O parâmetro luminosidade pode variar entre zero (0) e cem (100), sendo denominado preto e branco, respectivamente^[25]. Menores valores do parâmetro L^* demonstraram menor luminosidade, ou seja, as marcas comerciais A, B e D mostraram-se mais escuras que a marca C. Embora García-Pérez *et al.*^[26] atribuíram a redução nos valores de L^* a incorporação de constituintes ao produto que podem favorecer a absorção e a redução de água livre em função do aumento de sólidos totais, resultando em uma menor sinérese durante a estocagem do produto e conseqüentemente menor reflexão de luz. Observou-se que com o aumento do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) há uma tendência de aumento da luminosidade das bebidas lácteas analisadas neste trabalho. O aumento do teor de sólidos solúveis, promove mudanças nas coordenadas de cor, que pode ser atribuído aos diferentes níveis de opacidade da rede do gel^[27], que pode estar relacionado a concentração de caseína e o nível de agregação molecular. Vargas *et al.*^[28] reportaram que os maiores valores de luminosidade de iogurte produzido com misturas de leites bovino e caprino, observaram os maiores valores de opacidade e menores valores de saturação, em coerência com um maior índice de brancura.

A Tabela 1 apresenta os resultados de análise cromática dos iogurtes de marcas comerciais.

As coordenadas de tonalidade $+a^*$, $-a^*$, $+b^*$ e $-b^*$ indicam as direções do vermelho, verde, azul e amarelo, respectivamente. O centro é acromático, à medida que os valores de a^* e b^* aumentam e o ponto move-se para fora partindo do centro, a saturação da cor aumenta^[25]. Houve diferença significativa no parâmetro a^* entre as amostras, enquanto para o parâmetro b^* as marcas comerciais A e D não diferiram significativamente. A marca C apresentou o maior valor de b^* , sendo este com a tonalidade mais amarelada em relação aos demais iogurtes (Figura 3B).

Tabela 1: Análise cromática de marcas comerciais de iogurte integral com sabor de morango

	Análise Cromática				
	L*	a*	b*	C*	°h
A	72,48 ^c	22,00 ^a	0,32 ^c	0,83 ^c	22,01 ^a
B	71,35 ^d	20,66 ^b	1,88 ^b	5,20 ^b	20,75 ^b
C	83,14 ^a	11,05 ^d	10,43 ^a	43,35 ^a	15,19 ^d
D	77,96 ^b	19,23 ^c	-0,06 ^c	359,82 ^d	19,23 ^c

Médias seguidas por números iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

Figura 3. Demonstração da cor instrumental (3A) e cor real (3B) das marcas comerciais de iogurte integral com sabor de morango, sendo da esquerda para direita a marca A, B, C e D, respectivamente



Fonte: Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

Os valores de croma (C^*) próximos ao zero são indicativos de cores mais neutras (branco e/ou cinza), como encontrado para as marcas comerciais A e D, enquanto àqueles ao redor de 60 indicam cores mais vividas e/ou intensas, como apresentado para a marca C.

Os resultados do ângulo Hue ou tonalidade indicam atributo da cor vermelha a 0° h, amarelo a 90° h, verde a 180° h e azul a 270° h^[11]. As marcas comerciais apresentaram 0,83 (A) e 359,82 (D), próximos a tonalidade vermelha e 5,20 (B) e 43,35 (C), com tonalidade vermelho amarelado ou alaranjado, mostrando que os iogurtes integrais sabor morango possuem cor entre o vermelho e o amarelo (Figura 3B).

A Figura 3 mostra a comparação entre a representação de cor (Fig. 3A) e as fotografias (Fig. 3B) das amostras comerciais. Foi possível perceber que existe grande diferença de cor visual entre os corantes utilizados pela indústria de alimentos. Por outro lado, fazendo a comparação da cor obtida de forma instrumental e por meio de fotografia observou-se grande semelhança. A utilização dos valores instrumentais para gerar a cor em software específico e fazer a impressão em materiais cartonados é de grande importância para facilitar a verificação diária no controle de qualidade pelos colaboradores das empresas. Foi possível perceber que no caso de iogurte de morango este tipo de aplicação torna-se possível.

O Figura 4 apresenta as curvas de viscosidade pela taxa de deformação das amostras comerciais avaliadas, sendo que Fig. 4A e 4B correspondem a viscosidade calculadas segundo a Lei da Potência e ao modelo de Herschel Bulkley.

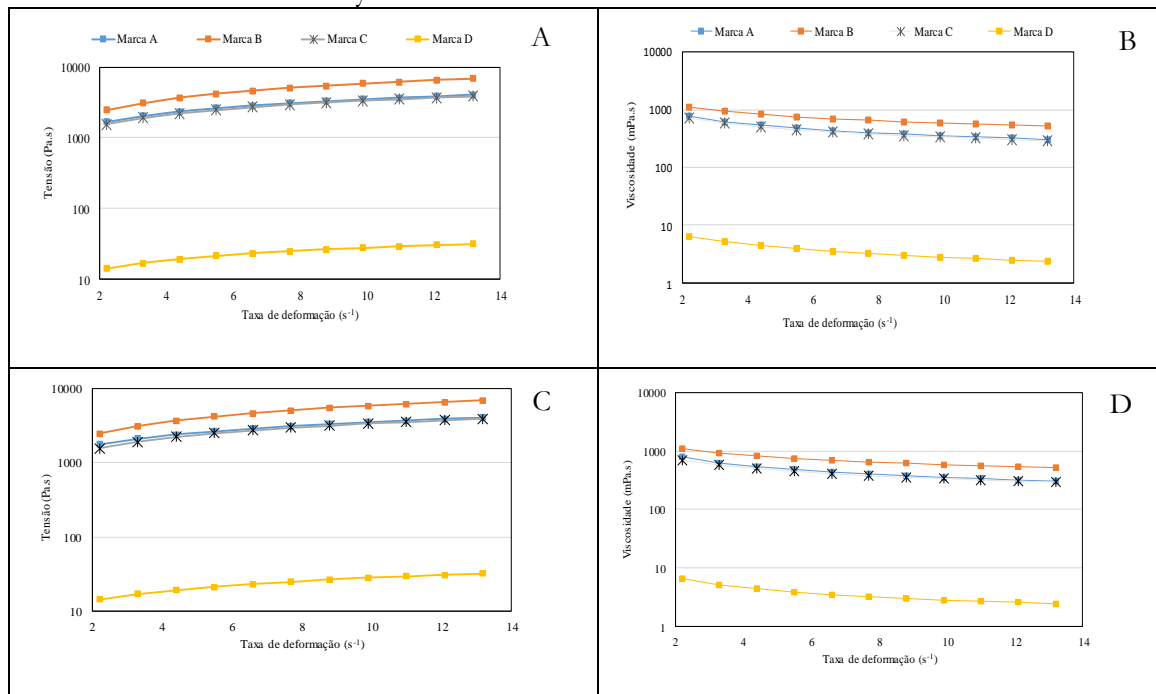
Foi possível perceber que todas as amostras avaliadas apresentaram comportamento de fluido não newtoniano e pseudoplástico, uma vez que houve diminuição da viscosidade em função do aumento da taxa de cisalhamento aplicada^[29]. Isso acontece em função do enfraquecimento das interações existentes entre as moléculas do produto e da diminuição da

energia de interação entre elas com o aumento da taxa de cisalhamento^[30, 31]. O comportamento de fluido não newtoniano já havia sido descrito para bebida láctea e leite fermentado adicionado de probióticos por Cunha et al.^[32]; enquanto, o comportamento pseudoplástico já havia sido relatado para iogurtes naturais e leites fermentados concentrados e dessorados^[33, 34], e, ambos comportamentos já haviam sido relatados para iogurtes de marcas comerciais^[35].

O conhecimento das características de bebidas como fluidos não-newtonianos é importante para avaliar o desempenho das bombas na indústria de alimento no processo de design de equipamentos, bem como na escolha do equipamento de bomba, já que os fabricantes fornecem curva de desempenho obtida com água como fluido de operação^[36].

Foi possível perceber que as marcas A, B e C apresentaram viscosidade calculada muito semelhante (293,2-1119,3 mPa.s), enquanto a marca D apresentou viscosidade mais baixa (entre 2,4-6,5 mPa.s). Amostras comerciais de diferentes marcas que sejam semelhantes em suas características físico-químicas, reológicas e sensoriais é uma prática comum no mercado. Isso acontece pela aplicação do ‘*benchmarking*’ pelas empresas, que é o processo baseado na identificação dos indicadores para se obter informações de produtos de outras empresas, objetivando a busca constante de novos métodos e se adaptando às características dos produtos reconhecidos como líderes de mercado^[37]. Abundanza^[38] aplicou *benchmarking* para avaliar e propor um modelo de gestão a partir de instrumentos como o quadro de indicadores de desempenho organizacional de utilização pelos gerentes ou proprietários como ferramenta para auxiliar ao processo decisório.

Figura 4. Curvas de tensão de cisalhamento (A e C) e viscosidade (B e D) das amostras comerciais de iogurte, sendo A e B correspondem a viscosidade calculadas segundo a Lei da Potência e as curvas C e D ao modelo de Herschel Bulkley.



Fonte: Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros da equação de Herschel Bulkley e Lei da Potência ajustada às curvas de fluxo das diferentes amostras de iogurte.

Considerando os dois modelos avaliados para calcular os parâmetros reológicos, o modelo de Lei da Potência foi o que mais explicou os resultados obtidos para o estudo reológico dos iogurtes comerciais.

Em relação aos preços médios dos iogurtes sabor morango, considerando embalagens de 900g tipo garrafa plástica, os valores estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2: Parâmetros reológicos obtidos utilizando-se o modelo da Lei da Potência e Herschel-Bulkley para iogurtes comerciais.

Lei da Potência						
k						
	(Pa.s ⁿ)	n (-)	R ²	P	SE	χ ²
A	1099	0,54	1,00	1,34	1,91	3,48
B	1620	0,55	0,99	2,05	65,73	0,00
C	1212	0,50	1,00	0,72	8,65	0,09
D	11,52	0,45	1,00	1,21	0,14	0,01
Herschel-Bulkley						
σ ₀	k	n	R ²	P	SE	χ ²
(Pa)	(Pa.s ⁿ)	(-)				
A	687	670	0,67	1,00	1,18	7,91 262,31
B	0	1620	0,55	0,99	2,05	0,00 60631
C	7,73	1200	0,50	1,00	0,71	1,25 13,74
D	6,53	6,44	0,61	0,99	1,87	0,46 0,61

Fonte: Dados obtidos. Rio Verde-GO. Julho (2017).

Considerando o fator preço médio (R\$), que poderia impactar em maiores índices de qualidade quanto maior o preço, não se observa uma correlação positiva. Provavelmente, a formação de preço dos iogurtes sabor morango esteja relacionada principalmente à marca, hábitos

de compra do consumidor e detalhes de marketing da embalagem. As marcas mais caras e de maior market share (B e D), apresentaram menores valores de coeficientes de consistências (k) ou viscosidades aparentes e maiores valores de sinérese (ou separação do soro), propriedades de qualidade que tendem a desagradar o consumidor.

Tabela 3: Preços médios de iogurtes sabor morango embalados em garrafas tamanho família (900 g).

Amostras	Faixas de Preço (R\$)	Preço médio (R\$) (n=4)*
A	5,97 – 6,49	6,23
B	8,75 – 9,49	9,12
C	6,97 – 7,79	7,38
D	7,25 – 9,49	8,34

* Valores de cotações em mercados e supermercados, considerando valores usuais e promocionais, no período de outubro a dezembro de 2017.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se verificar que todos os iogurtes avaliados apresentaram valores de pH, sólidos solúveis e cor dentro de valores permitidos pela legislação e de acordo com valores relatados por outros autores. Os valores de acidez titulável das amostras B e D mostraram-se fora do limite preconizado pela legislação brasileira.

Todas as amostras de iogurte apresentaram comportamento não newtoniano e pseudoplástico. As três marcas comerciais apresentaram semelhanças nos valores de viscosidade em função da taxa de cisalhamento.

Maiores valores de preço médio (R\$) pareceu não influenciar em maiores índices de qualidade, portanto não se observou uma correlação positiva. A formação de preço dos iogurtes sabor morango provavelmente está

relacionada à marca, hábitos de compra do consumidor e detalhes de marketing da embalagem.

REFERÊNCIAS

- [1] Capitani C, Hauschild, FAD, Friedrich, CJ, Lehn, DN, Souza, CFV. Caracterização de iogurtes elaborados com probióticos e fibra solúvel. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 2014; 8:1285-1300.
- [2] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Brasília (DF): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.
- [3] Possa G, Castro MA, Sichieri R, Fisberg RM, Fisberg, M. Consumo de lácteos e derivados no Brasil está associado com fatores socioeconômicos e demográficos: resultados do Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Revista de Nutrição*. 2017; 30: 79-90.
- [4] OMS Organização Mundial Da Saúde. Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos, incluida La Leche en Polvo con Bacterias Vivas del Ácido Láctico, 1-4 de octubre de 2011. OMS, 2011 [acesso em 18 fev 2017]. Disponível em: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>
- [5] Sybesma W, Hugenholtz J, Vos WM, Smid EJ. Safe use of genetically modified lactic acid bacteria in food. Bridging the gap between consumers, green groups and industry. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2006; 9:424-448.
- [6] Ribeiro MM, Minim VPR, Minim LA; Arruda AC; Ceresino EB, Carneiro HCF, Cipriano PA. Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG. *Revista Ceres*. 2010; 57:151-156.
- [7] Vedamuthu, C. R. The yogurt story - past, present and future. Part I Dairy, Food and Environmental Fermentation, v. 11, n. 4, p. 202-203, April, 1991a.
- [8] O'Neil, J.M., Kleyne, D.H., Hare, L.B. Consistency and compositional characteristics of commercial yoghurts. *J. Dairy Sci., Savoy*, v.62, p.1032-1036, 1979.
- [9] Meilgaard, M.; Civille, G.V.; Carr, B.I. Sensory evaluation techniques. Florida: CRC Press, 1987. 281 p.
- [10] Zenebon O, Pascuet OS, Tiglea P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
- [11] HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale: applications note, v.8, n.7, 1996. [acesso 23 mar 2018]. Disponível em: http://www.hunterlab.com/color_theory.php.
- [12] Farnsworth JP, LI J, Hendricks GM, Guo MR. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 2006; 65:113-121.
- [13] Terhaag MM, Almeida MB, Benassi MT. Soymilk plain beverages: correlation between acceptability and physical and chemical characteristics. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2013; 33: 387-394.
- [14] Silva FAS, Azevedo CAV. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental. *African Journal of Agricultural Research*. 2016; 11:3733-3740.
- [15] Mühlbauer FB, Manna Cesar G, Junqueira PCLG, Souza AD, Furlan MR. Avaliação das características físicas e químicas da polpa e do iogurte de uvaia. Thesis. 2012; 17:60-77.
- [16] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento Técnico para

Rotulagem de Alimentos Embalados. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2002.

[17] Guimarães DHP, Silva FRSR, Lênthola NM. Iogurte elaborado à base de leite de búfala sabor queijo com geleia de goiaba. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2015; 18:57-61.

[18] Montanuci FD, Garcia S. Caracterização sensorial e aceitação de Kefir adoçado integral e desnatado com inulina. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2010; 6° SENSIBER:79-90.

[19] Moraes PCBT. Avaliação de iogurtes líquidos comerciais sabor morango: estudo de consumidor e perfil sensorial. [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. 121 p.

[20] Biscaia IMF, Stadler CC, Pilatti LA. Avaliação das alterações físico-químicas em iogurte adicionado de culturas probióticas. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 2004, Bauru. Anais eletrônicos... Bauru, São Paulo: UTFPR, 2004. [acesso em 23 mar 2018]. Disponível em: <http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2004/11.pdf>

[21] Vinderola CG, Bailo N, Reinheimer JA. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. *Food Research International*. 2000; 33:97-102.

[22] Robinson RK, Lucey JA, Tamime AY. Manufacture of Yoghurt. In: Tamime AY (ed.). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2006.

[23] Pimentel TC, Garcia S, Prudencio SH. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33:1059-1070.

[24] Takeuchi KP, Cunha RL (2008) Influence of ageing time on sodium caseinate gelation induced

by glucono- δ -lactone at different temperatures. *Dairy Science and Technology*. 2008; 88:667–681.

[25] Silva SV. Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 107 p.

[26] García-Pérez FJ, Lario Y, Fernández-López J, Sayas E, Pérez-Alvarez JA, Sendra E, Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research & Application*. 2005; 30:457-463.

[27] Hutchings, 1999, J.B. Hutchings *Food color and appearance* (2nd ed.), Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, MD, USA (1999).

[28] Vargas M, Chafer M, Albors A, Chiralt A, Martínez G C (2008). Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cow's and goat's milk. *Intl. Dairy J*. 18:1146-1147.

[29] Chhabra RP, Richardson JF. *Non-Newtonian flow in the process industries*. 1ªed. Grã-Bretanha: Butterworth-Heinemann; 1999.

[30] Horne DS. Casein interactions: casting light on the Black Boxes, the structure in dairy products. *International Dairy Journal*. 1998; 8:171-177.

[31] Lucey, J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*. 2002; 85:281-294.

[32] Cunha TM, Castro FP, Barreto PLM, Benedet HD, Prudêncio ES. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Semina: Ciências Agrárias*. 2008; 29:103-116.

[33] Shaker RR, Juman RY, Abu-Jdayil B. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impacto f fat content and preheat treatment of milk. *Journal of Food Engineering*. 2000; 44:175-180.

[34] Abu-Jdayil B, Mohameed H. Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. *Journal of Food Engineering*. 2002; 52:359-365.

[35] Mathias TRS, Andrade KCS, Rosa CLS, Silva BA. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2013; 16:12-20.

[36] Aldi N, Buratto C, Casari N, Dainese D, Mazzanti V, Mollica F, Munari E, Occari M, Pinelli M, Randi S, Spina Pr, Suman A. Experimental and Numerical Analysis of a Non-Newtonian Fluids Processing Pump. In: *Proceedings of 72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association*, 2017, Lecce. Anais... Lecce: ATI, 2017. 1 CD.

[37] Falconi CV. TQC – Controle de qualidade total – no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni; 1992.

[38] Abondanza I. Modelo de gestão por indicadores de desempenho organizacional a partir da aplicação do Benchmarking. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina; 2001. 124 p.