

## Área: Engenharia de Alimentos

# CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E OS PARÂMETROS DE COR DE BEBIDAS ACHOCOLATADAS COMERCIAIS

**Bibiana Porto da Silva\*, Paulla Polidori da Silva, Francisco Henrique Leal, Beatriz de  
Oliveira Rennó, Rejane Martins, Marta Augusto, Maurício Garim**

*Laboratório de Química de Alimentos, Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Química e  
Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS*

*\*E-mail: bibiana.ea@gmail.com*

**RESUMO** – O objetivo do trabalho foi determinar a viscosidade/consistência, os parâmetros de cor e a caracterização físico-química de quatro amostras comerciais de bebidas lácteas sabor chocolate disponíveis no comércio local. As medidas reológicas das amostras foram determinadas através das curvas de escoamento utilizando um reômetro Brookfield modelo LVDV-III Ultra. As análises de cor das bebidas achocolatadas foram realizadas conforme os parâmetros de cor  $L^*$  (luminosidade), e as coordenadas cromáticas  $a^*$  (verde-vermelho) e  $b^*$  (amarelo-azul). As medidas de cor foram determinadas através de um colorímetro (Minolta, CR-400). A composição proximal dos achocolatados segundo a metodologia oficial da AOAC (1995). As curvas de escoamento foram obtidas para as amostras comerciais de bebidas achocolatadas e os resultados mostram uma diminuição na viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento. As amostras apresentaram características de fluido pseudoplástico e seu comportamento pode ser representado através do modelo de potência. Os índices de consistência variaram de 7,96 a 0,96 Pa.s<sup>n</sup> em 5°C e de 3,49 a 0,52 Pa.s<sup>n</sup> em 25°C e os índices de comportamento do escoamento, entre 0,56 a 0,45 em 5°C e 1,0 a 0,57 a 25°C. Na análise da cor dos produtos foram obtidos valores que variam de 40,56 a 36,45 para  $L^*$ , de 2,25 a 4,77 para  $a^*$  e 5,54 a 3,15 para  $b^*$ , sendo menor  $L^*$  e  $a^*$  para a marca B, mais se aproximando do preto, e também  $a^*$  que mais se aproxima do vermelho.

**Palavras-chave:** Viscosidade, consistência, bebida láctea não fermentada.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria láctea brasileira teve um crescimento significativo nos últimos anos, passando de um faturamento de R\$29 bilhões em 2009 para R\$ 50,1 bilhões em 2013. O consumo de lácteos no Brasil também cresceu cerca de 23% no mesmo período devido ao aumento da renda da população. Dentre os produtos que

apresentaram uma demanda expressiva estão as bebidas lácteas, os iogurtes e o leite condensado. (FOLHA, 2012).

As análises reológicas tem se mostrado de grande importância para a indústria de alimentos, principalmente relacionado a produtos processados e seus atributos de qualidade. No controle de qualidade pode ser utilizada para a avaliação de textura, comparação de dados com base quantitativa e análise de material para uma aplicação específica. No desenvolvimento de produtos se destaca na seleção e otimização da escolha de ingredientes. Este método é utilizado em especial na análise reológica de líquidos não newtonianos, como as bebidas lácteas, devido ao fato de suas propriedades terem grande influência no comportamento do fluido (CHO, 2011).

A cor também é considerado um parâmetro de qualidade, pois é o primeiro contato que o consumidor tem com o produto. Desta forma, todo o alimento tem uma cor esperada que esta associada às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. Para cada cor tem-se características distintas de brilho, quantidade de luz refletida; intensidade, que dependem da concentração de substâncias corantes presentes no alimento, e o tom, que é determinado pelo comprimento de onda de luz refletida pelo objeto (TEIXEIRA et al, 1987).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de quatro marcas comerciais de achocolatados foram adquiridas no mercado local e analisadas quanto a sua composição físico-química de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1995), para os teores de proteína, lipídios, resíduo mineral fixo, pH, umidade e carboidratos por diferença [%CT = 100 – (%umidade + %Proteínas + %Lipídeos + %Resíduo Mineral Fixo)]. Para as medidas de cor foram avaliados os parâmetros de L\* (luminosidade) sendo de 0= preto e 100=branco, e as coordenadas de cromaticidade, a\* (verde-vermelho) e b\* (amarelo-azul), utilizando um colorímetro Minolta (CR-400).

Nas análises reológicas foram determinadas a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação utilizando um Reômetro Ultra Programável Brookfield DV-III. As medidas reológicas foram realizadas nas temperaturas de 5°C e 25°C utilizando um *spindle* SCH 31. Os resultados foram ajustados pelo modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), de acordo com a eq. 1:

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

Onde: K= índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>), n = índice de comportamento do fluido,  $\tau$  = tensão de cisalhamento e  $\dot{\gamma}$  = taxa de deformação .

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bebidas comerciais foram analisadas quanto a sua composição físico-química, e o fator marca do achocolatado influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) todos os parâmetros de composição das bebidas.

A caracterização físico-química é de importância para o entendimento da formulação de cada marca comercial de achocolatado. Na Tabela 1 pode ser visualizada a composição físico-química das bebidas comerciais.

**Tabela 1-** Média e desvio-padrão da composição físico-química dos produtos comerciais.

Produto	Proteínas*	RMF**	EST***	Umidade	pH	Lipídios	CT****
A	2,79 <sup>c</sup> ±0,07	0,73 <sup>b</sup> ±0,08	13,88 <sup>c</sup> ±0,16	86,11 <sup>a</sup> ±0,16	6,66 <sup>b</sup> ±0,00	1,77 <sup>b</sup> ±0,06	8,58 <sup>c</sup>
B	2,57 <sup>c</sup> ±0,17	0,72 <sup>b</sup> ±0,02	19,34 <sup>a</sup> ±0,10	80,66 <sup>c</sup> ±0,10	6,7 <sup>a</sup> ±0,00	0,90 <sup>c</sup> ±0,00	15,14 <sup>a</sup>
C	1,85 <sup>b</sup> ±0,01	0,80 <sup>b</sup> ±0,04	16,42 <sup>b</sup> ±0,03	83,57 <sup>b</sup> ±0,03	6,65 <sup>b</sup> ±0,00	0,60 <sup>d</sup> ±0,00	13,16 <sup>b</sup>
D	3,24 <sup>a</sup> ±0,10	0,95 <sup>a</sup> ±0,01	19,36 <sup>a</sup> ±0,40	80,64 <sup>c</sup> ±0,40	6,68 <sup>a</sup> ±0,01	2,30 <sup>a</sup> ±0,00	12,86 <sup>b</sup>

a,b,c,d Para um mesmo parâmetro, média (s) com subscritos iguais na mesma coluna não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ ;  $n=4$ ,

\*Proteína=%N\*6,38; \*\*RMF=Resíduo Mineral Fixo; \*\*\*EST= Extrato Seco Total; \*\*\*\*CT=Carboidratos Totais.

Para o parâmetro de umidade, verifica-se que a marca A diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais e que para as marcas B e D não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Na bebida A foi verificado o maior teor de umidade (86,11%), e a marca D o menor teor (80,64%).

Para o conteúdo de extrato seco total (EST) das amostras, foi verificado que a marca B e D não diferem entre si e que A e C têm diferença com todas as marcas. Já a bebida D apresentou o maior valor de EST (19,36%) e a bebida A o valor inferior (13,88%). Esta variação está relacionada diretamente com a quantidade de nutrientes na formulação das bebidas.

Para o teor de proteína não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as marcas A e B, sendo estes 2,79 g/100g e 2,57 g/100g respectivamente. Entretanto, essas bebidas diferem de C, com 1,85 g/100g, e D, com 3,24 g/100g, sendo a marca D com maior teor protéico.

Todas as bebidas comerciais diferiram significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) quanto ao teor de lipídios. A marca D com valor de 2,3 g/100, e a C com valor inferior de 0,60 g/100g. O teor de lipídios das formulações pode estar relacionado com a variação da quantidade de soro na composição das bebidas, pois achocolatados com maiores teores de leite nas formulações tendem a apresentar um valor superior de lipídios (CUNHA, 2009).

Para os valores de pH não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as marcas B e D e entre as marcas A e C. As medidas de pH das bebidas comerciais variaram de 6,65 a 6,70, sendo que esses valores, são similares aos reportados por Tagliari (2011), que se situam na faixa de 6,6 a 7,0.

Para o teor de carboidratos as marcas C e D não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ), com os valores de 13,16 g/100g e 12,86 g/100g respectivamente. As amostras A e B diferem significativamente das demais.

Para a análise do resíduo mineral fixo, verificou-se a marca D diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) das bebidas A, B e C, e que estas não apresentam diferença entre si ( $p > 0,05$ ). A variação desse parâmetro pode estar relacionada com a quantidade de cloreto de sódio e de minerais adicionados na formulação dos achocolatados.

Para os parâmetros de cor, o fator marca das bebidas comerciais influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) à luminosidade ( $L^*$ ) e as coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ).

Na Tabela 2, pode ser observado os valores obtidos para os parâmetros de cor para as bebidas comerciais.

**Tabela 2-**Parâmetros de cor das bebidas comerciais (L\*, a\* e b\*).

Marca	L*	a*	b*
A	40,56 <sup>a</sup> ±0,89	4,20 <sup>b</sup> ±0,20	5,54 <sup>a</sup> ±0,18
B	36,45 <sup>b</sup> ±0,40	2,25 <sup>d</sup> ±0,11	3,42 <sup>b</sup> ±0,09
C	36,54 <sup>b</sup> ±0,29	3,17 <sup>c</sup> ±0,07	3,15 <sup>b</sup> ±0,08
D	40,00 <sup>a</sup> ±0,18	4,77 <sup>a</sup> ±0,20	5,46 <sup>a</sup> ±0,26

<sup>a,b,c,d</sup> : média com subscrito iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si a  $p \leq 0,05$ . L\*= Luminosidade; a\*=(vermelho-verde); b\*=(amarelo-azul).

O parâmetro luminosidade (\*L) varia de 0 a 100, sendo que o máximo valor representa a perfeita reflexão difusa, cor branca, e o menor valor, 0, a cor preta. Para a\*, vermelho(+a\*) ao verde (-a\*), e a coordenada b\*, amarelo(+b\*) ao azul (-b\*) (BAKKER; RIKKER; TIMBERLAKE, 1986).

Na análise da cor dos produtos comerciais, verifica-se que dois produtos apresentaram maior valor de luminosidade sendo A (40,56) e D (40,00), sem diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ), e os outros, menor valor, sendo B (36,45) e C (36,54), também sem diferença significativa entre si. Observa-se que as bebidas comerciais que apresentaram maior teor de EST e carboidratos apresentaram menor valor de L\*.

Nas marcas B e D, verifica-se que B tem um valor muito similar de EST a D, com um teor de carboidrato aproximadamente 3% superior. Esta variação implica na medida da luminosidade, onde a marca B apresentou a menor intensidade (36,45). A mesma relação, comparando os teores de EST, carboidrato e o parâmetro L\* da cor foi realizada com as demais marcas e o comportamento observado foi o mesmo.

Para o parâmetro a\* da cor dos produtos foi verificado que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre todas as marcas. Este parâmetro da cor pode ser afetado por diferentes ingredientes da formulação, como a concentração de cacau, açúcares e hidrocolóides.

A análise do parâmetro b\* da cor se torna limitada por este indicar as cores amarelo-azul, menos presentes neste tipo de produto. Além deste fato, verifica-se que não houve nenhuma correlação direta entre o parâmetro b\* da cor e a composição físico-química das bebidas.

Na Tabela 3, pode ser observado os índices de consistência para as quatro marcas comerciais estudadas. Os resultados mostram que as bebidas achocolatadas apresentam comportamento pseudoplástico.

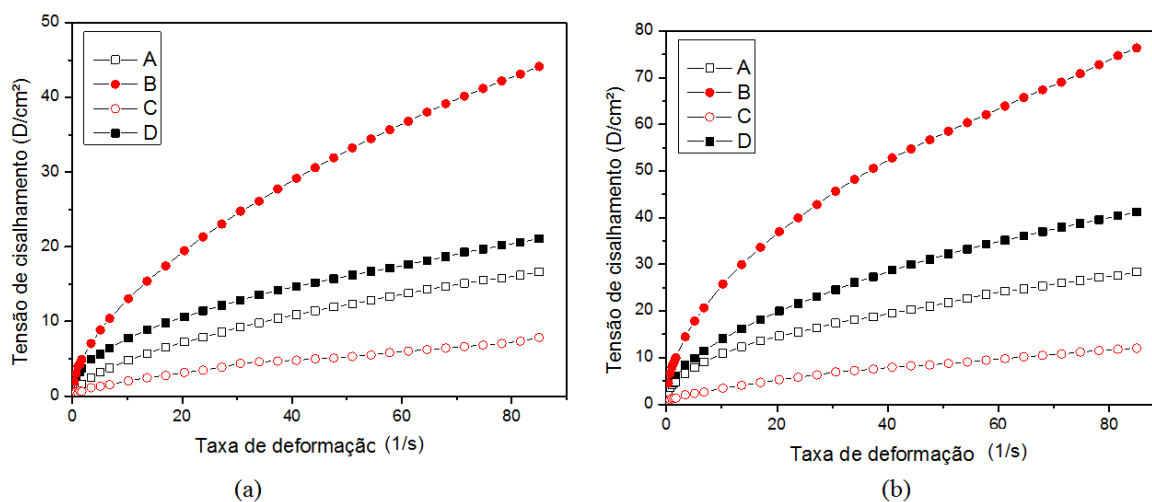
**Tabela 3** - Comportamento do escoamento das amostras de bebidas lácteas comerciais na temperatura de 5°C e 25°C.

Marca	Temperatura de 5°C			Temperatura de 25°C		
	K	n	r <sup>2</sup>	K	n	r <sup>2</sup>
A	3,751	0,451	0,998	1,233	0,586	0,999
B	7,963	0,507	0,999	3,499	0,571	0,999
C	0,961	0,567	0,998	0,52	0,598	0,995
D	4,502	0,498	0,999	2,675	0,460	0,998

K= índice de consistência(Pa.s<sup>n</sup>), n=índice de comportamento do fluido.r<sup>2</sup>=coeficiente de correlação.

Na Figura 1 pode ser visualizada a curva de tensão de cisalhamento e taxa de deformação a temperatura de 25°C (a) e a 5°C (b). Verifica-se que nas duas temperaturas o comportamento das curvas é similar, apenas a tensão de cisalhamento tem valores elevados na temperatura de 5°C, visto que em temperaturas mais baixas a viscosidade dos produtos tende a ser maior.

**Figura 1** - Curva de tensão de cisalhamento e taxa de deformação para a temperatura de 25°C (a) e em (b) a 5°C.



As marcas A e D apresentaram comportamentos reológicos similares. Entretanto, as amostras B e C tiveram comportamentos mais extremos. A marca C apresentou uma maior taxa de deformação com uma tensão de cisalhamento aplicada menor.

Na marca B foi obtido o maior índice de consistência (K) de 7,96 Pa.s<sup>n</sup> a 5°C e 4,49 Pa.s<sup>n</sup> a 25°C, e na bebida C o menor sendo de 0,96 Pa.s<sup>n</sup> a 5°C e 0,52 Pa.s<sup>n</sup> a 25°C. A bebida B, foi a mais consistente e continha em seus ingredientes amido modificado, carragena, guar e carboximetilcelulose, o que indica que a combinação de hidrocolóide resulta em uma maior viscosidade. A segunda mais viscosa é a D com xantana, carragena e guar e a terceira carragena, xantana e carboximetilcelulose ou seja variando um dos hidrocolóides, de guar pra carboximetilcelulose, ocorre a diminuição na viscosidade aparente. Em quarto lugar está a marca C, com carboximetilcelulose e carragena, o que indica que ao retirarmos a goma xantana ocorre um decréscimo considerável na viscosidade do produto.

## 4 CONCLUSÃO

O fator marca do achocolatado influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) todos os parâmetros de composição das bebidas comerciais. Na bebida A foi verificado o maior teor de umidade e o menor de EST. Para o teor de proteínas as bebidas A e B não tiveram diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ), no entanto para o teor de lipídios todas as amostras diferiram entre si. Não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) para os valores de pH entre as marcas B e D, e as marcas A e C. A luminosidade das bebidas achocolatadas é influenciada pelo teor do EST, mais especificamente pela quantidade de carboidratos presente. Na formulação do achocolatado da

marca A que apresentou maior teor de carboidrato apresentou menor valor do parâmetro L\*. As bebidas achocolatadas apresentaram comportamento pseudoplástico, e na bebida da marca B foi obtida a maior viscosidade e na marca C a menor.

## 6 REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis**. 16 Ed. Arlington: AOAC international, 1995.v.2.

BAKKER J; RIDLE, P. TIMBERLAKE, C. F. **Tristimulus measurement (CIELab 76) of port wine color**. vitis, 25, p.67-78,1996.

CHO, Y. KANG, S. **Emerging Technologies for Food Quality and Food Safety Evaluation**. CRC Press, cap 2, pg 5 - 55, Florida. 2011.

CUNHA, T. M.; ILHA, E. C.; AMBONI, R. D. M. C; BARRETO, P. L. M.; CASTRO, F. P. **A Influência do uso do soro de queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas** - Brazilian Journal of Food Technology, Florianópolis, n. 1, p. 23-33, jan/mar 2009, v. 12.

FOLHA. **Consumo de Lácteos sobe 23% em sete anos**. Folha de São Paulo. Fevereiro 2012. Disponível em <<<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TxgIMU1GpwJ:www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/25176-consumo-de-lacteos-sobe-23-em-7-anos.shtml+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>>. Acesso em 22/04/2015.

TAGLIARI, M. **Influência de Diferentes Hidrocoloides no comportamento reológico das bebidas lácteas não Fermentadas**. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 75 p. 2011.

TEIXEIRA, E.; MAINERT, E. M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 180p. 1987.