

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE HIDROCOLÓIDES E DE SORO DE LEITE EM BEBIDAS LÁCTEAS PASTEURIZADAS SABOR CHOCOLATE

Bibiana Porto da Silva (Estudante, Universidade Federal de Santa Maria) E-mail: bibiana.ea@gmail.com

Paulla Polidori da Silva (Estudante e Universidade Federal do Rio Grande)

Marta Maria Marquezam Augusto (Professora e Universidade Federal do Rio Grande)

Maurício de Mello Garim (Professor e Universidade Federal do Rio Grande)

Nattan Roberto Caetano (Professor e Universidade Federal de Santa Maria)

Resumo: O principal objetivo deste trabalho é analisar a influência do hidrocolóide e da base láctea sobre a composição nutricional e as características físicas de bebidas lácteas pasteurizadas sabor chocolate. As bebidas foram elaboradas com proporções de soro de queijo e leite (25%, 50%, 75%) e, também, diferentes hidrocolóides (xantana, carragena). O leite, o soro de queijo e as bebidas achocolatadas foram analisados de acordo com a metodologia oficial adotada pelo Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) quanto à composição físico-química. A reologia foi avaliada utilizando um viscosímetro rotacional e, também, modelos matemáticos. A estabilidade em termos do pH, acidez titulável, sinérese e viscosidade aos 1, 3, 6 e 9 dias de estocagem, sob refrigeração. Ambos os hidrocolóides estudados apresentaram comportamento reológico e de cor dentro da faixa em que se encontram as bebidas disponíveis no comércio, contudo, a xantana apresentou melhor estabilidade na estocagem. Formulações com xantana e carragena tendem a apresentar menores valores de L^* . Desta forma, as bebidas que apresentaram melhores resultados neste trabalho foram com xantana, pois além de possuir maior estabilidade essas apresentam valores tensão de cisalhamento superiores a 70% mais próximas as comerciais mesmo com maiores quantidades de soro.

Palavras-chave: xantana, carragena, viscosidade, coproduto, reologia.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF HYDROCOLLOIDS AND WHEY IN PASTEURIZED CHOCOLATE DAIRY DRINK

Abstract: The main goal of this project was to analyse the influence of the hydrocolloids and the proportions of whey in the nutritional composition and the physical characterization of pasteurized chocolate dairy drink. The beverages were prepared with different proportions of whey and milk (25%, 50%, 75%) and also different hydrocolloids (xanthan and carrageen). The physicochemical composition of the milk, the whey and the dairy drinks were analyzed according to the official methodology used for *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento* (MAPA). The rheological study was made using a rotational viscometer and mathematical models. The stability, by measuring the pH, titratable acidity, syneresis and viscosity on days 1, 3, 6 and 9 of refrigerated storage. Both studied hydrocolloids exhibited a rheological behavior and color pattern within the range available in the market, however, xanthan presented a better stability during the storage. Beverages with xanthan and carrageen in the composition tend to present a lower value of L^* . Thus, the dairy drinks that presented the best results in the project were with xanthan, because besides those presented better stability, they also presented a shear stress 70% closer to the commercial values, even with higher levels of whey in the composition.

Keywords: xanthan, carrageen, viscosity byproduct, rheology

1. INTRODUÇÃO

A bebida láctea é o produto resultante da mistura do leite e soro de leite, com ou sem adição de outros produtos lácteos, sendo a base láctea de pelo menos 51% massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005). As bebidas lácteas achocolatadas estão entre as mais populares, tendo como base de elaboração o leite, o soro de leite, o açúcar, o cacau em pó e os hidrocolóides. As características físicas e sensoriais desses produtos são determinadas em função dos ingredientes utilizados (COSTELL, 2002).

Os hidrocolóides são biopolímeros hidrofílicos de elevado peso molecular e apresentam uma atuação importante na composição de bebidas lácteas. Na indústria são utilizados como ingredientes na formulação de alimentos com finalidades diversas, e também

como forma de modificar e/ou melhorar as características reológicas do meio no qual são adicionados. Para tanto, podem desempenhar ação como agente espessante, estabilizante, gelificante, emulsificante, clarificante e floculante, dentre outras (DICKINSON, 2003).

A indústria láctea brasileira teve um crescimento significativo nos últimos anos. Visto que 2014, as indústrias brasileiras adquiriram cerca de 24.741 bilhões de litros no ano, um crescimento expressivo se comparado à aquisição do ano 2000 de 12.108 bilhões de litros (IBGE, 2015). O consumo de lácteos no Brasil também cresceu cerca de 23% no mesmo período devido ao aumento da renda da população. As bebidas lácteas, os iogurtes e o leite condensado apresentaram um aumento expressivo na demanda (FOLHA, 2012).

As análises realizadas reológicas, como a deformação e fluxo de material por meio da aplicação de forças, tem se mostrado de grande importância para a indústria de alimentos, principalmente relacionado à produtos processados e seus atributos desejados. No controle de qualidade, a análise reológica pode ser utilizada para a avaliação de textura, comparação com base de dados quantitativa e avaliação de materiais para aplicação específica. No desenvolvimento de produtos, a análise reológica se destaca na seleção e otimização de ingredientes.

A caracterização reológica dos alimentos fornece parâmetros para um controle de qualidade detalhado dos produtos, a qual é evidenciada pela dependência da natureza dos componentes do alimento (FISCHER et. al., 2009). A análise reológica é utilizada em especial para líquidos não newtonianos, como no caso das bebidas lácteas, devido ao fato de suas propriedades apresentarem grande influência no comportamento do fluido (CHO, 2011).

Assim, este trabalho visa formular diversas bebidas lácteas achocolatadas à base de soro de leite, avaliar o comportamento reológico como parâmetro de controle de qualidade do produto e, também, discutir e indicar os melhores resultados em termos de benefícios nutricionais para o consumidor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Leite pasteurizado adquirido no comércio local foi utilizado para a elaboração das bebidas. O soro de leite doce foi obtido a partir da produção de queijo Minas Frescal em laboratório.

Os ingredientes utilizados na preparação da bebida foram o chocolate em pó (Nestlé), açúcar (Caravelas), cacau em pó de alcalino (Banca 12), Sal (SalSul), leite pasteurizado (Santa Clara), Leite em pó desnatado (CCGL), citrato de sódio e, como aditivos, os hidrocolóides: Guar, Xantana e Carragena, os quais foram adquiridos por doação da empresa Hexus Food Ingredientes.

As formulações foram elaboradas com os valores fixos de cacau alcalino (2,0%), chocolate em pó (1,0%), açúcar (7,0%), sal (0,05%), leite em pó desnatado (2,0%) e citrato de sódio (0,04%), os quais foram propostos por (CARVALHO, 2007).

As proporções de hidrocolóides utilizadas nas formulações A1, A4 e A6 foram baseadas no trabalho de Solorio (2011) no qual foi adicionado 0,15% de xantana e A2, A3, A5 segundo Penha, Madrona e Terra (2009) com 0,01 de xantana e 0,01 de carragena. As formulações A1 e A3 com 75% de leite, A2 e A4 com 50% e A5 e A6 com 25%.

Soro e leite foram misturados de acordo com a formulação proposta, seguida de pré-aquecimento a 45°C e homogeneização. Os demais componentes foram adicionados na sequência, mantendo a agitação constante para homogeneizar a mistura e evitar a formação de grumos na bebida. A mistura resultante foi submetida à pasteurização, sendo sua temperatura mantida em 65 °C por 30 minutos, e em seguida, realizado um rápido resfriamento. O produto

foi envasado em garrafas de 1 litro, devidamente higienizadas e apropriadas para armazenagem sob refrigeração.

2.1. Caracterização físico-química do leite e do soro de leite

O leite e o soro foram caracterizados quanto aos teores de lipídios, umidade, proteínas, resíduo mineral fixo (RMF), acidez titulável, pH, extrato seco total, segundo a Instrução Normativa nº68 (BRASIL, 2006), Sólidos Não-Gordurosos (SNG = 8,652 - (0,084 x lipídios) (BRASIL, 2002), e os carboidrato por diferença [%CT = 100 - (%umidade + %Proteínas + %Lipídeos + %Resíduo Mineral Fixo)], conforme consta na literatura Brasil (2001).

2.2. Caracterização físico-química das bebidas lácteas comerciais e formuladas

As bebidas lácteas produzidas foram caracterizadas segundo a metodologia oficial da AOAC (1995), a saber: para teor de cinzas (método 920.153), proteína (método 950.08), umidade (método 950.46). O teor de lipídios para as bebidas formuladas foi analisado com base no método de Mojonnier (método 989.05), para as bebidas comerciais pelo método de Gerber (Método 2000.18) e a acidez titulável a partir do método 947.05. O pH foi medido empregando um potenciômetro. O teor de carboidrato nas amostras foi obtido por diferença [%CT = 100 - (%umidade + %Proteínas + %Lipídeos + %Resíduo Mineral Fixo)], conforme Brasil (2011), e extrato seco total (EST=100-umidade).

2.3 Armazenamento das bebidas lácteas

O acompanhamento do armazenamento foi realizado a partir das análises de acidez titulável, pH, extrato seco total e sinérese, os quais foram realizados nos dias 1, 3, 6, 9 de estocagem refrigerada.

A análise da estabilidade da fase aquosa foi feita por sinérese, Tagliari (2011), realizada por meio da centrifugação de uma amostra de 10 g, a 8 °C, com rotação de aproximadamente 2.000 rpm, durante 10 minutos. O líquido sobrenadante foi retirado e sua massa foi medida, a fim de permitir a comparação com resultados de cálculo, aplicando a equação 1.

$$\text{Sinérese} = 100 \cdot \left(\frac{P_{\text{amostra}} - P_{\text{soro}}}{P_{\text{amostra}}} \right) \quad (1)$$

2.4. Análise reológica

A análise reológica foi realizada utilizando um Reômetro Ultra Programável Brookfield DV-III. As análises das bebidas comerciais foram realizadas em temperaturas de 5 e 25 °C. Entretanto, para as bebidas formuladas o acompanhamento foi apenas à temperatura de 5°C, por serem bebidas pasteurizadas. As curvas de viscosidade produzidas pela taxa de deformação e tensão de cisalhamento foram ajustadas pelo modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência) (RAO, 2010), de acordo com a equação 2.

$$\tau = k\dot{\gamma}^n \quad (2)$$

No qual o k é o índice de consistência (Pa.sn), n é o índice de comportamento do fluido, τ é a tensão de cisalhamento e $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação.

2.5. Análise instrumental de cor

A cor das amostras das bebidas comerciais e das formuladas foram determinadas empregando de um colorímetro (Minolta, CR-400, Japão), o qual foi inicialmente calibrado com um branco padrão. As análises da cor foram realizadas avaliando os parâmetros de L* (luminosidade) sendo que 0 equivale à totalmente preto e 100 totalmente branco. As coordenadas de cromaticidade foram consideradas como, a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) da bebida láctea achocolatada, conforme a literatura (CIE, 1966).

Um planejamento do tipo 3x2 foi realizado, no qual as variáveis de estudo foram, a saber: as proporções de soro e leite (1:3, 1:1, 3:1) e o hidrocolóide, Xantana/Carragena (X/C) e Xantana (X). O planejamento resultou em seis experimentos, os quais são apresentados na Tabela 1, junto com as variáveis reais e codificadas do planejamento experimental.

Tabela 1 - Variáveis reais e codificadas do planejamento fatorial

Amostra	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂
A1	1	-1	1:3	X
A2	0	1	1:1	X/C
A3	1	1	1:3	X/C
A4	0	-1	1:1	X
A5	-1	1	3:1	X/C
A6	-1	-1	3:1	X

X1=Proporção (soro:leite), X2=Hidrocolóide, F=Formulação: X (Xantana); X/C (Xantana/Carragena).

Os resultados foram submetidos de acordo com Anjos (2009), a Análise de Variância (ANOVA) permitindo verificar se existe uma diferença significativa entre as médias segundo Tukey (1953), ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa Statistica 5.1 (Statsoft Inc., 1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das bebidas comerciais

As bebidas comerciais foram caracterizadas quanto a sua composição físico-química, sendo todos os testes feitos em triplicata, como pode se visualizado na Tabela 2 e 3. ^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0,05$).

Tabela 2 - Proteínas, RMF e EST, média e desvio padrão, das bebidas achocolatadas comerciais.

Marca	Proteínas*	RMF**	EST***
A	2,79 ^c ±0,07	0,73 ^b ±0,08	13,88 ^c ±0,16
B	2,57 ^c ±0,17	0,72 ^b ±0,02	19,34 ^a ±0,10
C	1,85 ^b ±0,01	0,80 ^b ±0,04	16,42 ^b ±0,03
D	3,24 ^a ±0,10	0,93 ^a ±0,01	19,36 ^a ±0,40

^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0,05$). *Proteína (%N*6,38), **RMF (Resíduo Mineral Fixo), ***EST (Extrato Seco Total).

Tabela 3 - Lipídios, pH e Carboidratos, média e desvio padrão, das bebidas achocolatadas comerciais.

Marca	pH	Lipídios	Carboidratos*
A	6,66 ^b ±0,00	1,77 ^b ±0,06	8,58 ^c ±0,17
B	6,7 ^a ±0,00	0,90 ^c ±0,00	15,14 ^a ±0,08
C	6,65 ^b ±0,00	0,60 ^d ±0,00	13,16 ^b ±0,07
D	6,68 ^a ±0,01	2,3 ^a ±0,00	12,86 ^b ±0,34

^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0,05$). *Carboidratos por diferença.

Para os parâmetros de composição analisados houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as formulações dos achocolatados comerciais. Quanto ao teor de umidade, nota-se que as marcas A e C têm diferença significativa com os demais produtos e que as marcas B e D não apresentam diferença significativa entre si. A marca A possui o maior valor (86,11%), e as marcas D e B as menores com aproximadamente 6% menos umidade.

A marca B e D não apresentam diferença significativa entre si em relação ao conteúdo de extrato seco total (EST) das amostras e, as marcas A e C possuem diferença se comparadas com todas as outras formulações. A marca D apresentou o maior valor de EST (19,36%) e a marca A o menor valor (13,88%). Esta variação pode estar relacionada com a formulação de cada bebida, percebe-se que a formulação do achocolatado de menor umidade é o que apresenta valor mais elevado de EST.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o teor de proteínas para as marcas A e B, sendo 2,79 g/100g e 2,57 g/100g, respectivamente. Entretanto, essas são diferentes de C (1,85 g/100g) e D (3,24 g/100g). A marca D foi a que apresentou o maior conteúdo proteico.

Para o teor lipídios, todas as bebidas tiveram diferença significativa ($p<0,05$) entre si. A marca D com maior teor (2,3 g/100), e na C menor valor (0,60 g/100g). Esta diferença pode indicar que os achocolatados apresentam variação na base láctea, ou outro ingrediente em sua composição, pois formulações com maiores teores de leite possuem a tendência de apresentar maior teor de gordura (CUNHA, 2009).

Os valores de pH encontrados não apresentaram diferença significativa entre as marcas B e D e entre as marcas A e C. Apesar de haver variação nos valores de pH encontrados nas bebidas comerciais, há similaridade com os valores da literatura, que variam de 6,6 a 7,0 (TAGLIARI, 2011). Outros autores também relatam dificuldade de encontrar um padrão para alguns parâmetros em bebidas lácteas achocolatadas, pois não há muitas especificações na legislação (PENHA, C. B. MADRONA, G. S. TERRA, C. O, 2009).

Para o teor de carboidratos as marcas C e D não apresentaram diferença significativa entre si, com os valores de 13,16 g/100g e 12,86 g/100g respectivamente. As amostras A e B mostram diferenças significativas das demais.

Para o resíduo mineral fixo, o achocolatado D diferiu significativamente ($p<0,05$) das marcas A, B e C. Esta variação pode estar relacionada com a quantidade de cloreto de sódio, sais suplementares e uso de conservantes na formulação do produto.

3.1.1 Caracterização da cor

Foi observada para os diferentes achocolatados os parâmetros L^* (luminosidade) e as coordenadas de cromaticidade a^* (vermelho-verde) e b^* (amarelo-azul).

Na análise da cor dos produtos comerciais, verificou-se que não houve diferença significativa ($p>0,05$), entre as marcas A e D, e B e C para a luminosidade. As marcas A (40,56^a±0,89) e D (40,00^a±0,18) foram superiores aos produtos B (36,45^b±0,40) e C

(36,54^b±0,29). Observou-se também que, as bebidas comerciais que apresentaram maior teor de EST e carboidratos possuem os menores valores de L*.

Nas marcas B e D, verificou-se que a B mostrou um valor similar de EST a D. Entretanto apresentou um valor de carboidrato aproximadamente 3% maior, resultando em uma menor intensidade de luminosidade que a marca D. A mesma relação, comparando os teores de EST, carboidrato e o parâmetro L* da cor foi realizada com as demais marcas, sendo que o comportamento observado foi o mesmo.

Para o parâmetro a* da cor dos produtos foi verificado que há diferença significativa (p<0,05) entre todas as marcas A(4,20^b±0,20), B(2,25^d±0,11), C(3,17^c±0,07) e D(4,77^a±0,20). 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 A(5,54^a±0,18), B(3,42^b±0,09), C(3,15^b±0,08) e D(5,46^a±0,26). se torna um pouco mais limitada devido indicar as cores amarelo-azul, menos presentes neste tipo de produto. Além disso, não foi observada nenhuma correlação direta entre o parâmetro b* da cor e a composição físico-química das bebidas.

3.1.2 Análise reológica das bebidas comerciais

Para as quatro marcas comerciais estudadas, os resultados das curvas de viscosidade mostram um comportamento pseudoplástico. Na Figura 1 tem-se o gráfico obtido onde o intervalo de viscosidade dos produtos comerciais foi definido para as bebidas formuladas, resultados obtidos na temperatura de 5°±1, onde pode-se determinar a faixa de maior viscosidade (Marca B) e menor viscosidade (Marca C).

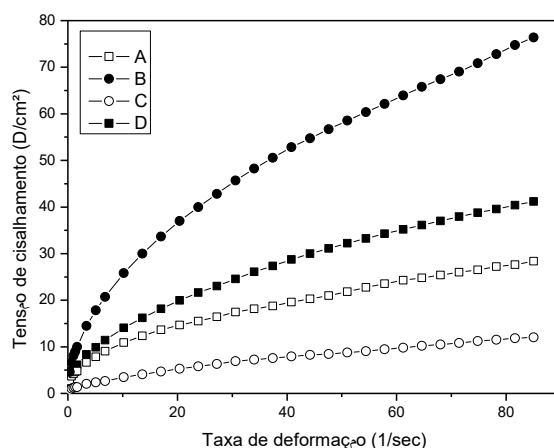


Figura 1 - Gráfico das curvas de viscosidade das bebidas comerciais a temperatura de 5°C

Na Tabela 4 são apresentados os índices de consistência para as quatro marcas comerciais avaliadas.

Tabela 4- Comportamento do escoamento das amostras de bebidas lácteas comerciais.

Marca	Temperatura de 5°C		
	k	n	r ²
A	3,75	0,45	0,99
B	7,96	0,50	0,99
C	0,96	0,56	0,99

$k = \frac{D}{n}$ índice de consistência (Pa.sⁿ), $n = \frac{4,50}{0,49}$ índice de comportamento do fluido, $r^2 = 0,99$ coeficiente de correlação.

Na marca B foi obtido o maior índice de consistência (k) de 7,96 Pa.sⁿ, e na bebida C o menor sendo de 0,96 Pa.sⁿ. 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 (marca A) 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 na retirada da goma xantana ocorre um decréscimo considerável na viscosidade do produto.

3.2 Caracterização e acompanhamento das bebidas achocolatadas formuladas

Para caracterizar as bebidas achocolatadas foi necessário analisar primeiramente matéria prima (leite e o soro), logo após foi feita a caracterização das bebidas formuladas, a análise de cor, análise reológica e a estabilidade ao longo do tempo de estocagem. Essas foram feitas para que pudesse haver a comparação das formulações com as bebidas existentes no mercado.

3.2.1 Caracterização do leite e do soro

O leite utilizado para a elaboração das bebidas apresentou valores de lipídios de 2,81±0,1 e sólidos não gordurosos de 8,42%. O leite utilizado para a formulação das bebidas achocolatadas está dentro dos padrões da legislação que estabelece 3,0% de lipídios e o mínimo de sólidos não gordurosos de 8,4% (BRASIL, 2011).

De acordo com Walstra, Wouters, Gurts (2006) o leite apresenta os valores médios de EST (12,99%), proteína (3,3%), lipídeos (3%), carboidratos (4,6%), e RMF (0,7%). Esses valores são similares ao presente trabalho, no qual foram encontrados valores de médios de EST (11,23%), proteína (3,94%), lipídeos (2,61%), carboidratos (4,01%), e RMF (0,65%).

A faixa de pH para o leite de acordo com a legislação (Brasil, 2006) esta entre 6,6 e 6,8. O valor de pH obtido para o leite utilizado nas formulações foi de 6,8, dentro do intervalo de pH estabelecido.

Segundo Texeira & Fonseca (2008) o soro de leite apresenta os valores médios de EST (6,28%), proteína (0,8%), e RMF (0,49%). Esses valores são similares ao presente trabalho, no qual foram encontrados valores de médios de EST (6,81%), proteína (1,21%) e RMF (0,52%). O valor de pH encontrado para o soro foi de 6,59, valor similar ao encontrado por Poppi et al (2010), que variou entre 5,3 e 6,6. Os valores de Lipídios(0,18%) e carboidratos (4,87%) obtidos nesse trabalho estão similares aos dados obtidos por Mizubuti (1994) para Lipídios (0,04% a 0,3%) e carboidratos (4,85% a 8,90%) para o soro.

3.2.2 Caracterização das bebidas formuladas

Na Tabela 5 e 6 esta apresentada a composição físico-química das formulações realizadas, experimentos esses que foram feitos em sextuplicata.

Tabela 5 - EST, proteínas, RMF, Lipídios, média e desvio padrão das bebidas formuladas

	EST***	Proteínas*	RMF**	Lipídios
A1	23,03 ^a ±1,33	4,69 ^a ±0,11	1,12 ^a ±0,15	1,56 ^b ±0,25
A2	21,71 ^{ab} ±0,67	3,77 ^b ±0,24	0,94 ^a ±0,20	1,64 ^b ±0,12
A3	21,06 ^{abc} ±0,62	4,63 ^a ±0,60	1,04 ^a ±0,06	2,25 ^a ±0,20
A4	19,65 ^{cb} ±0,67	3,75 ^b ±0,27	0,97 ^a ±0,14	1,19 ^c ±0,33
A5	19,38 ^c ±1,56	2,94 ^c ±0,24	1,03 ^a ±0,07	1,00 ^{cd} ±0,02

A6 19,88^{bc}±1,51 3,02^c±0,29 1,03^a±0,10 0,81^d±0,16
^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente (p<0,05),
 *Proteína=%N*6,38; **RMF (Resíduo Mineral Fixo), *** EST (Extrato Seco Total).

Tabela 6 - Carboidratos, pH e acidez, média e desvio padrão das bebidas formuladas

	pH	Acidez*	Carboidratos**
A1	6,72 ^a ±0,24	0,14 ^a ±0,01	15,66±1,34
A2	6,68 ^a ±0,14	0,16 ^a ±0,01	15,34±0,85
A3	6,71 ^a ±0,18	0,14 ^a ±0,01	13,12±1,10
A4	6,70 ^a ±0,18	0,16 ^a ±0,01	13,73±1,78
A5	6,66 ^a ±0,12	0,17 ^a ±0,01	14,38±1,26
A6	6,65 ^a ±0,06	0,18 ^a ±0,00	15,01±1,13

^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente (p<0,05), *Acidez por ácido láctico, **Carboidratos por diferença.

Segundo Penha, Madrona, Terra (2009) o EST (20,65% a 22,62%) e Sousa, Fernandes, Fernandes, (2015) encontrou para bebida pasteurizada um valor de EST de 20,31%, ambos próximos aos encontrados no presente trabalho (19,38% a 23,03%).

Os valores de EST das formulações experimentais são maiores do que os presentes nos produtos comerciais (13,88% a 19,36%). Este fato indica que as formulações realizadas neste experimento têm maior quantidade de sólidos na formulação do que as comerciais.

No EST as formulações A1 e A3 que apresentam 75% de soro em sua formulação não tiveram diferenças significativas (p>0,05). O mesmo ocorreu com as bebidas A2 e A4 com 50% de soro, e A5 e A6 com 25% de soro. Sendo assim percebe-se que o hidrocolóide não influencia no EST.

Os teores de proteína das formulações experimentais variaram em torno de 2,94% a 4,69%, e foram superiores aos encontrados nos produtos comerciais (1,85% a 3,24%). Não houve diferença significativa (p>0,05) para o teor de proteína nas formulações A1 e A3 com 25% de soro em sua formulação, como para A2 e A4 com 50%, e A5 e A6 com 75% de soro. Cunha et al. (2009) observaram que formulações com maiores teores de leite apresentam maiores teores de proteínas. Os valores apresentados pelos autores foram: as formulações com 30% soro (teor de proteína 2,23%), 40% de soro (teor de proteína 2,08%) e com 50% de soro (teor de proteína 1,74%) sendo esse o mesmo comportamento foi verificado nas formulações experimentais elaboradas.

As formulações com maior valor proteico, foram as com 75% de leite, com teores de 4,69% (A1) e 4,63% (A3); seguidas das formulações com 50% de leite com teores de 3,77% (A2) e 3,75% (A4) e, por fim, as formulações com 25% de leite que apresentaram valores de proteína de 2,94% (A5) e 3,02% (A6). Apesar do teor de proteína ser mais baixo com 75% de soro, as concentrações ainda estão dentro da faixa obtidas para as bebidas comerciais (1,85% a 3,24%).

O resíduo mineral fixo (RMF), com valores em torno de 1%, não houve diferença significativa (p>0,05) entre as formulações das bebidas para os valores de cinzas. Os teores variaram de 0,94% a 1,12%, e que foram superiores aos encontrados para as bebidas comerciais (0,72% a 0,93%).

Nas bebidas comerciais os teores de lipídeos variaram de 0,6% a 2,3%, nas formulações experimentais foi observado um comportamento similar, com uma variação de 0,67% a 2,05%. A concentração de lipídeos nas bebidas achocolatadas aumenta de acordo com a proporção de leite utilizado, sendo assim formulações com 75% de leite apresentaram maiores teores de lipídeos em relação as com 25% de leite. A Bebida A4 diferiu significativamente das demais formulações quanto ao teor de lipídios, com uma proporção de 75% de leite e 25% de soro em sua formulação.

Os teores de carboidratos encontrados nas formulações experimentais, variaram de 13,14% a 15,66%, aproximando do teor encontrado em três das quatro formulações comerciais analisadas, D (12,86%); C(13,16%) e B (15,14%).

Nas formulações com 25% de soro (A5 e A6) os carboidratos variam de 14,38% a 15,01%, valores similares aos encontrados por Cunha et al (2009), com trabalhos com formulação com 70% de leite e 30% de soro, o valor obtido foi de 13,29%.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para pH entre as bebidas achocolatadas formuladas. As medidas apresentaram valores na faixa de 6,65 a 6,72, sendo próximos aos verificados para as bebidas comerciais (6,66 a 6,70). A acidez titulável das bebidas variou de 0,14 a 0,18 g ácido láctico/100mL, sem diferença significativa entre as formulações.

3.2.3 Análise de cor

Na Tabela 7, podem ser observados os valores obtidos para a luminosidade e as coordenadas de cromaticidade das bebidas comerciais.

Tabela 7 - Parâmetros de cor das bebidas formuladas

	L*	a*	b*
A1	41,41 ^a ±0,16	8,74 ^{ab} ±0,77	11,72 ^a ±1,11
A2	36,70 ^b ±1,23	9,96 ^a ±0,85	12,09 ^a ±1,25
A3	39,80 ^a ±2,26	9,20 ^{ab} ±0,60	11,57 ^a ±1,49
A4	39,85 ^a ±0,70	8,61 ^{ab} ±0,46	11,69 ^a ±0,80
A5	33,19 ^c ±2,60	9,30 ^{ab} ±1,35	11,55 ^a ±2,95
A6	35,66 ^{bc} ±1,01	8,15 ^b ±0,34	11,03 ^a ±0,59

^{a,b,c,d} média com subscritos iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($p>0,05$); n=6.

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 (CIE, 1996).

Para os valores de luminosidade (L*) das bebidas comerciais variaram de 36,45 a 40,56 e as formulações experimentais de 33,19 a 41,41. Para o parâmetro a* da cor, as formulações experimentais apresentaram valores mais elevados (8,15 a 9,30) que as comerciais (2,25 a 4,20), o que pode indicar uma maior intensidade da cor vermelho - verde na formulação. Assim como a coordenada a*, o b* também apresentou valores mais elevados em comparação com as formulações comerciais.

Para a luminosidade verificou-se que, quanto maior a proporção de leite na formulação há uma tendência de aumento deste parâmetro, em razão de que, quanto maior o valor de L* mais próximo da cor branca. Sendo assim, independente da proporção soro:leite, as formulações com hidrocolóide xantana e carragena (A2, A3 e A5) tendem a apresentar o menor valor de L* e b* e maiores valores de a*. Observou-se que nas bebidas experimentais com valores de EST similares, e com teores de carboidrato elevados, apresentaram um valor de L* reduzido, como observado ao se comparar as formulação A2 com A3 e A4 com A6. Sendo assim essas formulações apresentam maior proximidade com a cor preta.

3.2.4 Análise reológica das bebidas formuladas

Essa sendo modelada segundo o modelo matemático segundo Ostwald-de-Waele na temperatura de 5°C. Na Tabela 8, pode-se visualizar que o valor de obtido por meio dos dados experimentais obteve-se o índice de consistência k que variou de 0,85 Pa.sⁿ (A5) a 15,39 Pa.sⁿ (A1) e o índice de comportamento do fluido n variou de 0,38 a 0,64 e o r² tendendo a 1 indica que a curva se ajustou ao modelo.

Tabela 8 - Valores obtidos dos dados experimentais segundo o modelo de Ostwald-de-Waele.

Amostra	k	n	r ²
A1	15,39	0,38	0,99
A2	1,23	0,64	0,99
A3	1,77	0,60	0,99
A4	11,81	0,40	0,99
A5	0,85	0,63	0,99
A6	9,16	0,40	0,99

k= índice de consistência(Pa.sn), n=índice de comportamento do fluido, r²=coeficiente de correlação.

Na Figura 2 está apresentado o gráfico obtido a partir dos valores de k e n no modelo de Ostwald-de-Waele para as formulações A1, A2, A3, A4, A5 e A6 e as marcas B e C que delimitam a faixa de viscosidade. Verifica-se que todas as bebidas formuladas uma taxa de deformação de 250/s ajustadas no modelo estão dentro da faixa estabelecida pelas bebidas comerciais.

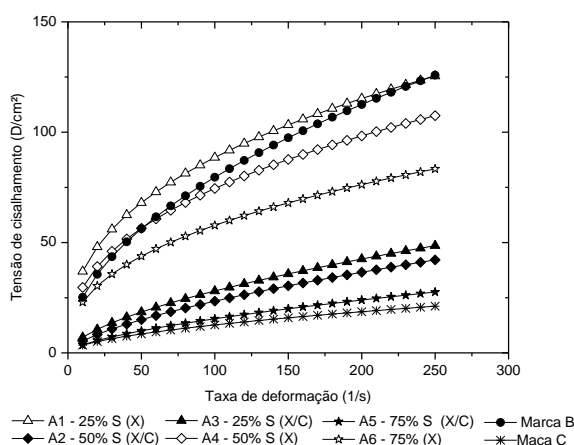


Figura 2 - Curva de viscosidade gerada pelo modelo para as formulações definitivas

3.2.5 Acompanhamento do tempo de estocagem das bebidas achocolatadas elaboradas

A vida útil ou *Shelf Life* de um produto é o tempo que um alimento preparado permanece saudável, ou seja, é o período que alimentos, bebidas e outros produtos possuem antes de serem considerados inadequados para o consumo. (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). Vários fatores estão relacionados à diminuição da vida útil de um produto, dentre esses, a alta carga microbiana e, principalmente o armazenamento e distribuição inadequados. Normalmente, o leite pasteurizado apresenta um prazo de validade fornecido pelo fabricante que varia de 4 a 7 dias. Este prazo é estipulado pela indústria, pois fica a critério da empresa estabelecer um tempo limite da validade de seu produto, uma vez que cada indústria é responsável pela qualidade do que distribui (QUEIROZ; ROSALINO, 2013).

Os fatores analisados foram proporção (soro:leite), hidrocolóide e tempo para os parâmetros pH, acidez, EST e estabilidade da fase aquosa.

3.2.5 Estabilidade das bebidas achocolatadas ao longo do tempo de estocagem

Por meio do acompanhamento da sinérese ao longo dos dias 1, 3, 6 e 9 de armazenamento das bebidas formuladas definitivas. Pode-se observar que nas bebidas somente com xantana formulações (A1, A4 e A6) não houve sinérese com o tempo de estocagem.

O comportamento apresentado pelas formulações com apenas xantana pode estar relacionado com a boa estabilidade apresenta por este hidrocolóide. Esta goma supera todos os outros polissacarídeos disponíveis no mercado quanto às suas propriedades físico-

químicas. Dentre suas propriedades destacam-se a sua elevada viscosidade em baixas concentrações, bem como sua estabilidade (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

A carragena interage sinergicamente com a goma xantana resultando em aumento na viscosidade da solução e sua estabilidade. Quando adicionada em mistura com polissacarídeos gelificantes, agar e carragena, pode aumentar a força do gel e modificar sua estrutura (SANDERSON, 1996). No entanto, as bebidas formuladas com xantana e carragena (A2, A3 e A6) não apresentaram este comportamento, houve sinérese em todos os dias de estocagem. Esta liberação de água pode estar relacionada a proporção dos hidrocolóides, a concentração dos outros ingredientes da formulação, e também das propriedades reológicas do hidrocolóide em particular.

A acidez titulável é de amplo uso na inspeção industrial e sanitária do leite e derivados, em laticínios. Esta permite avaliar o estado de conservação e eventuais anormalidades de produtos (TRONCO, 2008). Segundo Tagliari (2011) os valores devem manter-se dentro de uma faixa de 0,14 a 0,18 havendo uma pequena elevação durante o período de armazenamento, o mesmo ocorreu nesse experimento.

As bebidas achocolatada que continham 75% de soro (A5 e A6) obtiveram valores de 0,17 a 0,18 g ac. láctico/100 mL, superiores aos encontrados nas formulações com 50% (A2 e A4) e 25% (A1 e A3). Este comportamento é esperado, pois a acidez do leite é superior a do soro de leite (RODRIGUES, R.; FONSECA, L. M.; SOUZA, M. R., 1995).

Durante o acompanhamento, as bebidas apresentaram comportamentos similares, em que houve uma leve redução dos valores de pH devido ao leve aumento apresentado nos valores de acidez. Este comportamento é esperado, pois a acidez desenvolvida ocorre pela ação de bactérias de diversas espécies. As bactérias contaminantes atuam sobre a lactose desdobrando o mesmo em ácido láctico, que confere a acidez ao leite (ALVES, 2010). As bebidas lácteas definitivas apresentaram comportamento pseudoplástico ao longo dos sete dias de armazenamento.

Durante o acompanhamento da reologia de fluidos no tempo de armazenamento, o comportamento esperado é que haja uma redução da viscosidade com o tempo. Isto ocorre pois algumas ligações dos hidrocolóides com a água são perdidas, deixando mais água livre no alimento, conseqüentemente tornando-o menos viscoso. Apesar deste comportamento ser característico, o intervalo de tempo que as formulações foram analisadas é pequeno, podendo haver variações desprezíveis (CORRÊA et al., 2005).

As bebidas formuladas com apenas xantana na composição houve uma variação menor da viscosidade nos dias de acompanhamento. O comportamento reológico de fluidos está diretamente relacionado com quantidade de água no produto e como esta está se relacionando com os outros componentes da formulação. Como pode ser observado no acompanhamento da estabilidade pela sinérese, bebidas com apenas o hidrocolóide xantana na composição não apresentaram perdas de água durante o acompanhamento. Sendo assim, a curva de viscosidade mostra uma pequena variabilidade nas bebidas analisadas ao longo dos dias de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

As bebidas comerciais foram analisadas quanto a composição físico-química e os parâmetros da cor sendo assim o fator marca teve influência significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros. Essas apresentaram comportamento pseudoplástico. Sendo que a marca B obteve a maior viscosidade aparente e a marca C a menor, esse foi intervalo estabelecido para as bebidas formuladas.

A proporção soro:leite influenciou significativamente ($p < 0,05$) a composição das formulações para os teores de EST, proteínas, lipídios, pH e acidez. O tipo de hidrocolóide

para os lipídeos, e a interação dos fatores de estudo foi significativa para os lipídios e EST.

Nas formulações com maiores proporções de leite na composição, foram obtidas maiores teores de proteína e lipídios na composição. A luminosidade (L^*) das bebidas comerciais e formuladas foi afetada pelo teor de EST, mais especificamente pelo teor de carboidratos. Nas bebidas formuladas com maior proporção de leite apresentaram os maiores valores de L^* , e independente da proporção (soro:leite), as formulações com xantana e carragena na composição tendem a apresentar valores de L^* e b^* menores.

Com a variação do hidrocolóide foi observado que todas as bebidas experimentais apresentaram comportamento pseudoplástico, sendo que os resultados de viscosidade se mantiveram dentro do intervalo estabelecido pelas bebidas comerciais. As bebidas achocolatadas formuladas com xantana não apresentaram sinérese e as menores variações nos resultados reológicos com o tempo de acompanhamento.

As formulações dos achocolatados (A1, A4 e A6) apresentaram maior estabilidade e curvas de viscosidade dentro do intervalo estabelecido com as bebidas comerciais. O índice de consistência (k) das formulações A1, A4 e A6 variou de 9,16 Pa.sn a 15,39 Pa.sn e o índice de comportamento do fluido (n) de 0,38 a 0,40, respectivamente. Sendo essas as bebidas que apresentaram melhores resultados neste trabalho, pois além de possuir maior estabilidade essas apresentam valores tensão de cisalhamento superiores a 50% das demais formulações sendo mais próximas as bebidas comerciais, mesmo com maiores quantidades de soro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. C. C. Comportamento da Escherichia coli em Queijo Minas Frescal Elaborado com Utilização de Lactobacillus acidophilus e de Acidificação Direta com Ácido Lático. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, 2010.

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

BRASIL, Instrução Normativa nº62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção de Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 de dezembro de 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de produtos de origem animal. Instrução normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de produtos de origem animal. Instrução normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Seção 1. p. 7, 24 ago. 2005.

CARVALHO, R. F. Dossiê Técnico: Ricota e Bebida Láctea. Rede de Tecnologia de Bahia – RETEC/BA, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Julho 2007. p. 1-21.

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

CIE. Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry. Vienna. CIE publication, 2 ed, 1996.

CORRÊA, N. M.; JÚNIOR, F. B. C.; IGNÁCIO, R. F.; LEONARDI, G. R. Avaliação do Comportamento Reológico de Diferentes Géis Hidrofílicos. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. v. 41, n. 1, jan/mar, 2005.

COSTELL, E. Influence o flow sucrose concentrations on the compression resistance of gellan gum gels. Food Hydrocolloids, Oxford, v. 16, p. 593-597, 2002.

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, Campinas - SP. n. 1, p. 23-33, jan/mar 2009, v. 12.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed sytems. Food Hydrocolloids, Oxford, v.17, p.25-39, 2003.

FISCHER, P.; POLLARD, M.; ERNI, P.; MARTI I, PADAR, S. Rheological approaches to food systems. Comptes Rendus Physique, v.10, n.8, p.740 – 750, 2009.

FOLHA. Consumo de Lácteos sobe 23% em sete anos. Folha de São Paulo. Fevereiro 2012. Disponível em <<[**FOOD INGREDIENTS BRASIL.** Estabilizantes. vol. 14 p. 42-48, 2010. FOOD INGREDIENTS BRASIL. Shelf Life: uma pequena introdução. V. 18 p. 67 -73, 2011.](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.</p></div><div data-bbox=)

IBGE. Indicadores do IBGE: Estatística da Produção Pecuária. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Março, 2015

MIZUBUTI, I. Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. Semina: Ci. Agr., Londrina, v.15, n.1, p,80-94, março 1994.

PENHA, C. B. MADRONA, G. S. TERRA, C. O. Efeito da substituição do açúcar por oligofrutose em bebidas lácteas achocolatadas. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v.03, n. 02, p. 29-37, 2009.

POPPI, F. A.; COSTA, M. R.; DE REIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional. Ciênc. Biol. Saúde, v. 12, n.2, p. 31-38. 2010

QUEIROZ, F. A; ROSALINO, S. Tempo De Vida Útil De Leite Pasteurizado Padronizado De Diferentes Marcas Comercializadas Na Região De Londrina - PR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Londrina, 2013.

RODRIGUES, R.; FONSECA, L. M.; SOUZA, M. R. Acidez do leite. Caderno Técnico da Escola de Veterinária UFMG, v. 13, p.63-72, 1995

SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. Food Technol., v. 35, n. 7, p. 50-57, 83, 1981.

SOLORIO, S. V.; VEJA-MÉNDEZ, D. D.; SOSA-HERRERA, M. G.; MARTÍNEZ-PADÍLIA, L. P. Rheological properties of emulsions containing milk proteins mixed with xanthan gum. Procedia Food Science v. 1, p. 335-339, 2011.

SOUSA, C. S. FERNANDES, B. C. T. M. FERNADES, P. H S. Characterization of lactic drink pasteurized with added iron. Revista Teccen, 2015 Mar, v. 06, n.1 p. 01-32, 2015.

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

TEIXEIRA, L.V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, n.1, p.243-250, 2008.

TRONCO, V.M. Manual para Inspeção da Qualidade do Leite. 3 ed. Santa Maria RS: Ed da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, p. 59-61. 2008.

WALSTRA, P. WOUTERS,J.T.M; GEURTS,T.J. Dairy Science and Tecnology, 2º ed, USA, CRC- Taylor & Francis Group, 2006.