

Bebida láctea fermentada à base de soro de leite, extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e stévia (*Stevia rebaudiana*)

Fermented milk beverage based on milk serum, mass herb extract (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) and stévia (*Stevia rebaudiana*)

DOI:10.34117/bjdv6n12-673

Recebimento dos originais: 22/11/2020

Aceitação para publicação: 22/12/2020

Rafaela Teresinha Bagatini Dellagostin

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: rafaela.tbd@hotmail.com

Rafaela Nery de Melo

Mestranda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: rafinha.nm@outlook.com

Bruno Fischer

Mestrando em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: bruno.fischer.com@hotmail.com

Patrícia Fonseca Duarte

Doutoranda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: paty_fonsecauarte@hotmail.com

Rosicler Colet

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: rosicler.colet@yahoo.com.br

Geciane Toniazco Backes

Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – URI Erechim

Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil

E-mail: gtoniazzo@uricer.edu.br

Eunice Valduga

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – URI Erechim
Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil
E-mail: veunice@uricer.edu.br

Jamile Zeni

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – URI Erechim
Endereço: Avenida 7 de setembro, 1621 – Bairro Fátima, Erechim – RS, Brasil
E-mail: jamilezeni@uricer.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma bebida láctea fermentada desenvolvida com soro de leite, extrato de erva-mate e stévia e avaliar características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto. Primeiramente, nas formulações da bebida, variou-se a concentração de soro/leite (25/75; 50/50 e 75/25) e de extrato de erva-mate (0,1; 0,25 e 0,35%, m/v) e mantendo-se fixas as concentrações de stévia (0,75%, m/v), fermento lácteo (3,5%, m/v), sorbato de potássio (0,1 %, m/v) e cacau em pó (1%, m/v). As formulações foram caracterizadas físico-quimicamente quanto ao pH, acidez, lactose, proteína, gordura, minerais totais, cor (L, a* e b*), sinérese, microbiológica e aceitabilidade. Os resultados das análises físico-químicas demonstram uma variação entre as amostras, a qual pode estar relacionada com a quantidade de soro/leite, extrato de erva-mate e stévia adicionadas. A partir dos resultados da aceitabilidade das 7 formulações, realizou-se novos ensaios com a formulação fixa de soro/leite (50/50), extrato de erva-mate (0,25%, m/v) fermento lácteo (3,5%, m/v), sorbato de potássio (0,1 %, m/v) e cacau em pó (1%, m/v) e variação na concentração de stévia (0,625; 0,750; 0,875 %, p/v), realizando-se novamente análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial. A formulação com 50/50% de soro/leite, 0,25% de extrato de erva-mate, 3,5% de fermento lácteo, 0,1% de sorbato de potássio, 1% de cacau em pó, 0,25% de extrato de erva-mate e 0,650% de stévia apresentou um índice de aceitação de 81,57%. Este índice de aceitação demonstra que a bebida láctea fermentada desenvolvida com adição de soro de leite, extrato de erva-mate e stévia é uma alternativa viável de reaproveitamento e de agregação de valor ao co-produto (soro de leite) da indústria láctea.

Palavras-chave: Soro de leite, erva-mate, antioxidantes.

ABSTRACT

The present work aimed to develop a fermented milk beverage developed with whey, extract of yerba mate and stevia and to evaluate the product's physical-chemical, microbiological and sensory characteristics. First, in the drink formulations, the whey/milk concentration was varied (25/75; 50/50 and 75/25) and mate-herb extract (0.1; 0.25 and 0.35%, w/v) and keeping the stevia concentrations (0.75%, m/v), milk yeast (3.5%, w/v), potassium sorbate (0.1%, w/v) and cocoa powder (1%, w/v). The formulations were characterized physically-chemically in terms of pH, acidity, lactose, protein, fat, total minerals, color (L, a * and b *), syneresis, microbiological and acceptability. The results of the physical-chemical analyzes show a variation between the samples, which can be related to the amount of whey/milk, ye mate-herb extract and stevia added. From the results of the acceptability of the 7 formulations, new tests were carried out with the fixed formulation of whey/milk (50/50), mate-herb extract (0.25%, w/v) milk yeast (3.5%, w/v), potassium sorbate (0.1%, w/v) and cocoa powder (1%, w/v) and variation in stevia concentration (0.625; 0.750; 0.875%, w/v) (obtaining 3 new

formulations - VIII, IX and X), carrying out physical-chemical, microbiological and sensory analyzes again. The formulation with 50/50% whey / milk, 0.25% mate-herb extract, 3.5% milk yeast, 0.1% potassium sorbate, 1% cocoa powder, 0.25% of mate-herb extract and 0.650% of stevia showed an acceptance rate of 81.57%. This acceptance index shows that the fermented milk drink developed with the addition of whey, mate-herb extract and stevia is a viable alternative for reuse and adding value to the co-product (whey) of the dairy industry.

Keywords: Whey, mate-herb, antioxidants.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2018 foram produzidos 24.450 bilhões de litros de leite, sendo que deste total 8.310 bilhões foi destinada à fabricação de queijo (EMBRAPA, 2019). No processo de fabricação do queijo, em média, 10 litros de leite produzem cerca de 1 quilograma de queijo e 9 litros de soro. Resultando assim, em uma quantidade elevada de soro de leite disponível no mercado, sendo o co-produto mais importante da indústria de laticínios (JESUS, 2020).

O soro de leite, é uma mistura de proteínas, sais minerais e lactose, sendo rico em aminoácidos essenciais e vitaminas. As proteínas apresentam características interessantes para a utilização na indústria de alimentos, destacando-se a solubilidade, capacidade de formação de espuma, emulsificação, gelatinização e de retenção de água (LIZARRAGA et al., 2016). Em função destas propriedades, o uso deste co-produto está aumentando gradativamente em diferentes produtos lácteos (ARAÚJO & GUSMÃO, 2020; GOMES et al., 2020). Uma das possibilidades é na produção de bebida láctea fermentada, a qual fornece excelente fonte de nutrientes essenciais (LEITE et al., 2012), e com sua popularidade, torna-se veículo em potencial para o consumo de compostos naturais e bioativos.

Os compostos bioativos ou fotoquímicos são substâncias derivadas do metabolismo secundário dos vegetais geralmente de baixo peso molecular, que exercem atividades benéficas ao organismo humano, como redução do risco de doenças coronarianas, atividade antioxidante, estimulação do sistema imunológico, redução da pressão sanguínea, regulação hormonal, entre outras (IGLESIAS, 2010).

Os principais elementos com propriedades bioativas nos vegetais são os compostos fenólicos ou polifenóis (que abrangem o maior grupo de substâncias), os carotenóides e os glicosinatos. Dentre estes, os compostos fenólicos são a classe de bioativos mais associada às propriedades antioxidantes e estão presentes em muitas plantas como é o caso da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), (PREDIGER et al., 2008; PRECI et al., 2011). Já os glicosinatos são encontrados nas folhas de stevia (*Stevia rebaudiana*) na forma de glicosídeos de esteviol (SGs), os quais apresentam propriedade adoçante com capacidade de aumentar a produção de insulina pelo pâncreas e a tolerância à glicose, sendo uma opção

adequada para diabéticos tipo II (LIMA-FILHO et al., 2004; LEMUS-MONDACA et al., 2012; CHRANIOTI et al., 2015).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver bebida láctea fermentada com soro de leite, extrato de erva-mate e stévia e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

O soro de leite (proveniente da fabricação do queijo colonial) utilizado neste estudo foi gentilmente cedido pela agroindústria Queijos Dariva da região do Alto Uruguai /RS. Após a coleta, este foi aquecido (80°C por 15 min) e, posteriormente, filtrado em camada de algodão a fim de promover a separação da proteína (TORTELLI, 2002). O leite integral pasteurizado (Elegê®), a cultura láctica (iogurte natural integral -Vigor®), stévia (Línea®) e cacau em pó (Garoto®) foram adquiridos no comércio local e o sorbato de potássio (Neon Comercial) foi adquirido da empresa.

2.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO DE ERVA-MATE

A erva-mate, tipo PN1, foi gentilmente cedida pela ervateira Barão Ervas localizada na região do Alto Uruguai /RS. A obtenção do extrato de erva-mate foi realizada de acordo com metodologia descrita por Valduga (2002). Para preparação do extrato utilizou-se aproximadamente 500g de erva-mate e a cafeteira tipo italiana (Bialetti). Primeiramente, preencheu-se o recipiente inferior com água quase até a válvula de segurança e colocou-se o filtro de metal em forma de funil, então adicionou-se a erva ao filtro e fechou-se. Posteriormente, colocou-se a cafeteira em fogão a gás de forma que a água fosse aquecida até o ponto de ebulição, formando vapor na parte inferior.

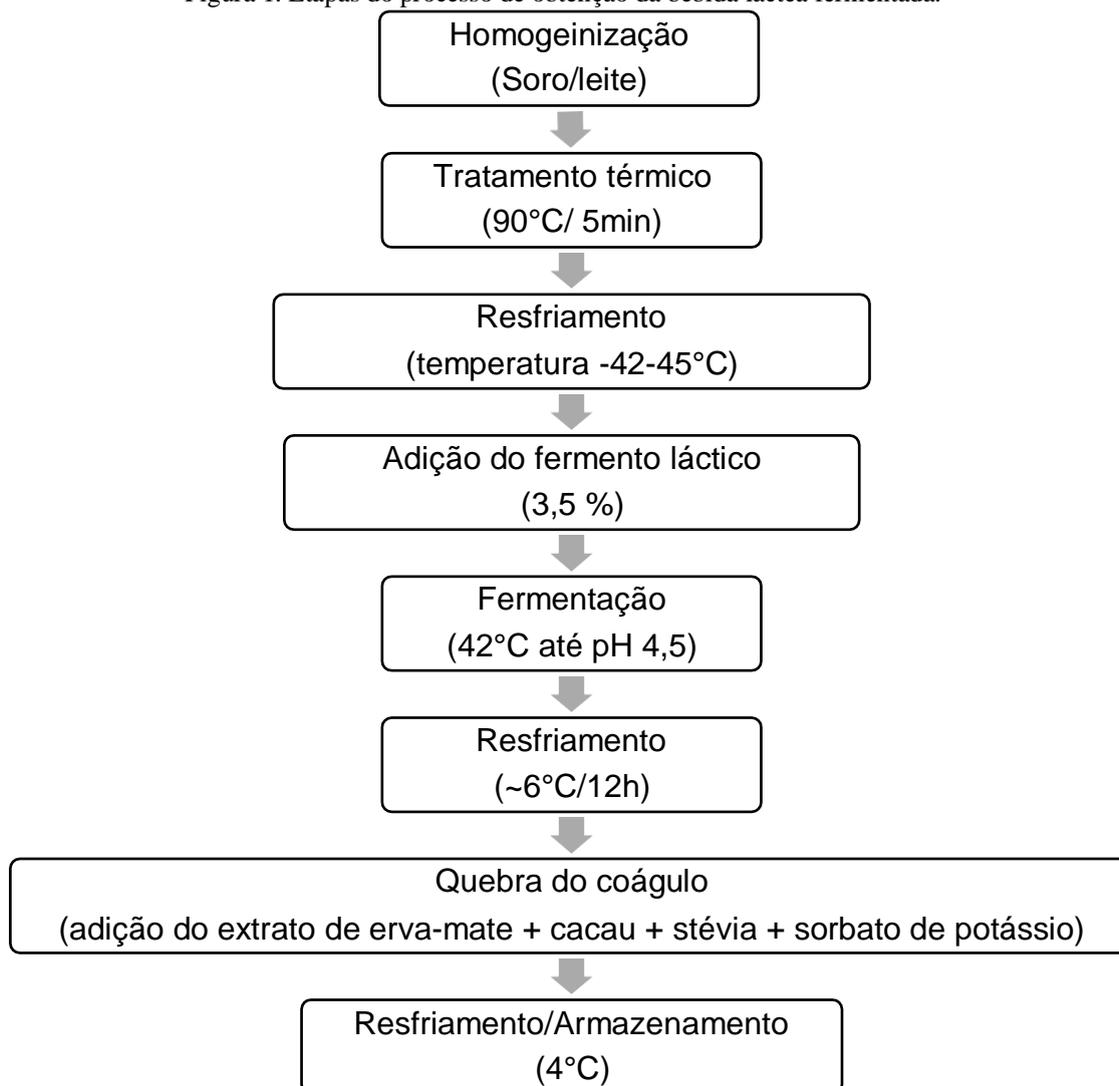
O vapor terminou alcançando uma pressão suficientemente alta para forçar o resto de água fervente atravessar o funil, passando pela erva e terminando assim no recipiente superior onde se acumulou a erva líquida. Em seguida foi colocado aproximadamente 150mL do extrato em placas de petri, as quais foram levadas ao freezer -80°C por aproximadamente 4h; em seguida levou-se as amostras até o liofilizador, onde permaneceram por aproximadamente 4 dias, até completa secagem.

2.3 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES

O preparo da bebida láctea fermentada foi realizado conforme ilustrado na Figura 1. A mistura de soro/leite para cada formulação (Tabela 1) foi levada ao fogo em recipiente de inox, de volume 5L, sob agitação constante até atingir a temperatura de 90°C, permanecendo por 5 min sob essa condição. Em seguida, a mistura foi resfriada até a temperatura de 42°C - 45°C, onde adicionou-se o fermento

lácteo (3,5% p/v) mantendo-se controlada a temperatura ($\sim 42^{\circ}\text{C}$) até atingir pH de aproximadamente 4,5. Após, deixou-se o mesmo em repouso, sob refrigeração ($\sim 6^{\circ}\text{C}$) por 12h para estabilização. Procedeu-se então, a quebra do coágulo, adicionando-se o extrato de erva-mate (Tabela 1), stévia (0,75%, m/v), sorbato de potássio (0,1%, m/v) e cacau em pó (1%, m/v) e originando-se assim o produto lácteo fermentado, o qual foi armazenado sob refrigeração (4°C) para posterior análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

Figura 1. Etapas do processo de obtenção da bebida láctea fermentada.



Fonte: Autor (2017).

A Tabela 1 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2^2 com as variáveis codificadas (reais) de cada ensaio realizado, totalizando 7 formulações diferentes, sendo as formulações V, VI e VII são triplicatas. As concentrações de stévia (0,75%, m/v), fermento lácteo (3,5%, m/v), sorbato de potássio (0,1 %, m/v) e cacau em pó (1%, m/v) foram mantidas fixas.

Tabela 1. Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial completo (DCCR) 2^2 para a elaboração das formulações de bebida láctea fermentada.

Formulações	X ₁ Soro/Leite (%, v/v)	X ₂ Extrato de erva-mate (%, m/v)
I	-1 (25/75)	-1 (0,1)
II	1 (75/25)	-1 (0,1)
III	-1 (25/75)	1 (0,35)
IV	1 (75/25)	1 (0,35)

V	0 (50/50)	0 (0,25)
VI	0 (50/50)	0 (0,25)
VII	0 (50/50)	0 (0,25)

Variáveis independentes fixas: stévia (0,75%, m/v), fermento lácteo (3,5%, m/v), sorbato de potássio (0,1 %, m/v) e cacau em pó (1%, m/v).

A partir dos resultados da análise sensorial das 7 formulações (Tabela 1) foi realizada 3 novas formulações (ensaios VIII, IX e X) da bebida láctea fermentada, de acordo com a Figura 1, com quantidade fixa de soro/leite (50/50), extrato de erva-mate (0,25%, m/v) fermento lácteo (3,5%, m/v), sorbato de potássio (0,1 %, m/v) e cacau em pó (1%, m/v) e variando-se a concentração de stévia (0,625; 0,750; 0,875 %, p/v) realizando-se novamente análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Caracterizou-se as diferentes formulações da bebida láctea fermentada em termos de pH, teor de ácido láctico, lactose, proteína, gordura, minerais totais, cor e sinérese. O pH foi determinado de acordo com metodologia descrita por IAL (2008), o teor de ácido láctico de acordo com AOAC (2000). A determinação da concentração de lactose foi realizada segundo metodologia descrita por Miller (1959) pelo método de DNS (3,5-dinitrosalicilato), utilizando curva padrão de lactose (0,5 a 5,0 g/L). A determinação do nitrogênio foi pelo método de Kjeldahl e conteúdo proteico, multiplicando-se pelo fator de conversão de nitrogênio de 6,38; gordura pelo método de Soxhlet e cinzas por via seca em incineração em mufla (Jung[®], LF0212, Blumenau), de acordo com metodologias descritas pelo IAL (2008). A cor objetiva (L^* , a^* e b^*) foi determinada em colorímetro CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), no espaço CIE $L^*a^*b^*$, onde L^* = luminosidade, a^* = intensidade da cor vermelha e b^* = intensidade da cor amarela (STEWART, ZIPSER & WATTS, 1965). Já a sinérese foi determinada pelo método da drenagem, de acordo com Hassan *et al.* (1996).

2.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Para determinação da qualidade higiênico sanitária da bebida láctea fermentada, foi realizada a análise microbiológica de coliformes totais e termo tolerantes através da semeadura de três séries de tubos (BRASIL, 2001).

2.6 ANÁLISE SENSORIAL

O trabalho desenvolvido foi provado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da URI - Erechim, sob o número CAAE - 61392816.0.0000.5351 e número do parecer 1.899.212. A avaliação sensorial com consumidores foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa a avaliação foi conduzida para

determinação dos níveis máximo e mínimo de soro/leite e de extrato de erva-mate a ser utilizada, enquanto que na segunda etapa a avaliação foi realizada para determinar a aceitação sensorial das formulações de bebida láctea fermentada com variação na concentração do adoçante (stévia) em relação a aceitabilidade (impressão global).

Inicialmente, realizou-se o recrutamento de consumidores para a participação dos testes sensoriais, de acordo com a afinidade e frequência do consumo de bebidas láctea fermentada. Este teste foi realizado com o objetivo de verificar os limites máximos e mínimos de duas variáveis em estudo (soro/leite e extrato de erva-mate). O teste de aceitação foi realizado em laboratório com 38 consumidores de ambos os sexos, na faixa etária de 20-50 anos. As bebidas lácteas foram produzidas na mini usina de leites e derivados, do curso de Engenharia de Alimentos da URI-Erechim. Em um primeiro momento, foram produzidas 5 diferentes formulações, nas quais variou-se a concentração de soro/leite e de extrato de erva-mate, conforme Tabela 3 (ensaios I a V, sendo os ensaios VI e VII réplicas do ensaio V) e em um segundo momento do estudo foram produzidas mais 3 formulações (fixando-se a concentração de soro/leite e de extrato de erva-mate e variando a concentração de stévia em 0,625; 0,750 e 0,875%).

A avaliação foi conduzida 24 h após a fabricação do produto, em cabines individuais e sob luz branca. Foram servidos monadicamente e de forma balanceada (DUTCOSKY, 2013). 30 mL de amostra (temperatura $\pm 10^{\circ}\text{C}$) em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números de três dígitos. Para a avaliação das formulações foi utilizado uma escala hedônica de nove pontos (1 – desgostei extremamente e 9 – gostei extremamente) (MINIM, 2010). Cada amostra foi avaliada pelos consumidores em relação a aceitabilidade (impressão global). O Índice de Aceitabilidade com boa repercussão será considerado igual ou superior a 70% (BISPO *et al.*, 2004).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e comparação entre as médias através do teste de Tukey e pela metodologia de planejamento de experimentos, utilizando o programa Statistica 5.0. Para as análises foi considerado um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITOS DAS CONCENTRAÇÕES DE SORO DE LEITE E EXTRATO DE ERVA-MATE NA FORMULAÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises de pH, acidez, lactose, proteína, gordura, cinzas e sinérese realizadas nas sete formulações. De acordo com os resultados, o valor de pH não apresentou

diferença significativa para as 7 formulações da bebida láctea, o que já era esperado, pois o pH de 4,5 foi o parâmetro de controle do ponto final da fermentação da bebida láctea. Thamer & Penna (2006), citam que o controle de pH é importante no processo de fermentação, pois a separação do soro está diretamente relacionada com esse parâmetro. Os valores de pH e acidez tem sua importância relacionada também com a apresentação visual do produto final durante sua conservação em baixas temperaturas. É de extrema importância que haja um rigoroso controle, de maneira a se evitar que ocorram possíveis separações de fases, acidificação elevada, influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações indesejáveis nas características sensoriais do produto (CALDEIRA *et al.*, 2010).

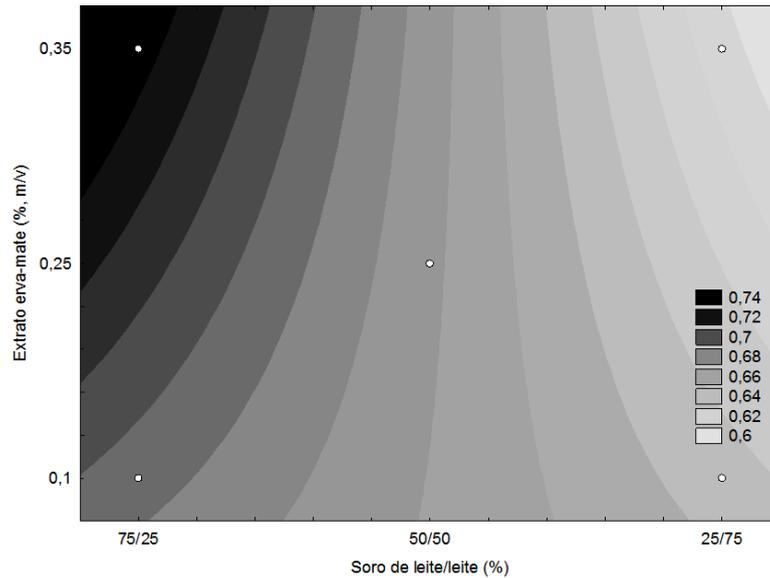
A acidez de leite fermentado (Tabela 2) deve estar na faixa de 0,6 g a 2,0 g de ácido láctico/100g de acordo com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2007). Os valores da acidez foram tratados estatisticamente e a Equação 1 apresenta o modelo codificado de primeira ordem que descreve o teor de acidez (% ácido láctico) em função da concentração de soro de leite e extrato de erva-mate, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância com um coeficiente de correlação de 0,98 e um F calculado 7,10 vezes superior ao F tabelado, o qual permitiu a também a construção da superfície de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 2.

$$\text{Acidez (\%)} = 0,66 - 0,042 X_1 - 0,017 X_1.X_2 \quad (1)$$

Onde: Acidez = % de ácido láctico; X_1 = Soro de leite (%); X_2 = Extrato de erva-mate (g).

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que quanto menor a concentração de soro das formulações menor foi o valor da acidez, e há também interação negativa entre o soro de leite e o extrato de erva-mate. Segundo Thamer & Penna (2006) a acidez exerce importante influência sobre os atributos de qualidade de produtos lácteos fermentados, sendo um dos principais fatores que limita sua aceitação. Uma baixa acidez, como a encontrada no presente trabalho, favorece a maior aceitabilidade do produto pelos consumidores. Além disso, a produção de ácido láctico, substância característica de produtos fermentados, proporciona seu sabor ácido típico e pode também acentuar o aroma do produto.

Figura 2. Curva de contorno para acidez em relação a concentração de soro e extrato de erva-mate na elaboração da bebida láctea fermentada.



Quanto ao teor de lactose (Tabela 2), este variou de 0,38 a 1,66 % entre as formulações, sendo que a formulação II apresentou o maior teor (1,66%), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) das demais formulações. Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de pareto (Figura 3a) que descreve os efeitos estimados das variáveis sobre o teor de lactose, demonstrando que a medida que aumenta a concentração de soro de leite nas formulações há um aumento significativo ($p < 0,05$) no teor de lactose.

Figura 3. Gráfico de pareto com efeitos estimados das variáveis sobre o teor de lactose (a) e proteína (b).

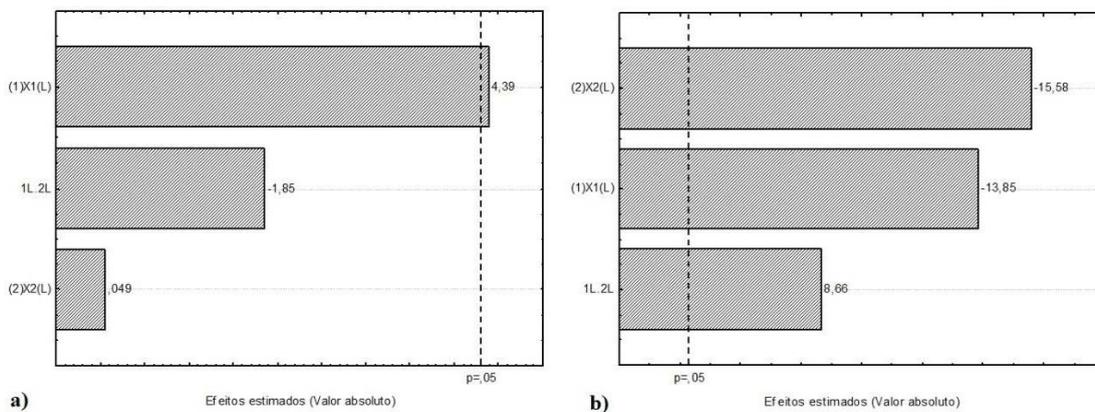


Tabela 2. Características físico-químicas em relação ao pH, acidez, lactose, proteína, gordura, cinzas, sinérese, cor e índice de aceitabilidade das formulações da bebida láctea fermentada.

Características	Formulações							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
pH após fermentação	4,41 ^a (±0,5)	4,55 ^a (±0,1)	4,52 ^a (±0,5)	4,54 ^a (±0,2)	4,52 ^a (±0,3)	4,49 ^a (±0,3)	4,54 ^a (±0,3)	
Acidez (%)	0,64 ^b (±0,015)	0,69 ^a (±0,015)	0,61 ^c (±0,026)	0,73 ^a (±0,036)	0,66 ^b (±0,02)	0,65 ^b (±0,015)	0,66 ^b (±0,025)	
Lactose (%)	0,38 ^c (±0,004)	1,66 ^a (±0,003)	0,77 ^{cd} (±0,01)	1,29 ^b (±0,07)	0,82 ^c (±0,07)	0,93 ^c (±0,03)	0,84 ^c (±0,05)	
Proteína (%)	0,21 ^a (±0,03)	0,08 ^b (±0,01)	0,07 ^{bc} (±0,01)	0,04 ^{bc} (±0,01)	0,03 ^c (±0,01)	0,02 ^c (±0,01)	0,02 ^c (±0,01)	
Gordura (%)	4,45 ^a (±0,09)	2,55 ^b (±0,05)	3,66 ^a (±0,07)	1,46 ^d (±0,03)	1,90 ^c (±0,04)	1,93 ^c (±0,03)	2,15 ^c (±0,05)	
Cinzas (%)	0,0168 ^a (±0,005)	0,0171 ^a (±0,006)	0,0105 ^a (±0,005)	0,0179 ^a (±0,001)	0,0165 ^a (±0,005)	0,0072 ^a (±0,01)	0,0136 ^a (±0,03)	
Sinérese (%)	0,004 ^b (±0,0002)	0,007 ^a (±0,0005)	0,003 ^c (±0,0002)	0,003 ^{bc} (±0,0002)	0,002 ^d (±0,0001)	0,0012 ^d (±0,0002)	0,0014 ^d (±0,0002)	
Cor	L*	35,14 ^a (±0,26)	24,36 ^c (±0,21)	35,42 ^a (±0,17)	27,07 ^d (±0,27)	31,91 ^c (±0,005)	31,86 ^c (±0,01)	32,92 ^b (±0,06)
	a*	4,276 ^{bc} (±0,18)	6,026 ^a (±0,01)	3,996 ^d (±0,02)	6,053 ^a (±0,12)	4,22 ^{bcd} (±0,01)	4,173 ^{cd} (±0,01)	4,436 ^b (±0,01)
	b*	9,612 ^b (±0,27)	10,566 ^a (±0,21)	9 ^c (±0,09)	10,88 ^a (±0,06)	8,583 ^d (±0,005)	8,526 ^d (±0,03)	8,736 ^{cd} (±0,02)
Índice de aceitabilidade	6,35 ^a (±0,9)	5,39 ^b (±1,4)	5,39 ^b (±1,4)	6,16 ^{ab} (±1,6)		6,81 ^a (±1,3)		

*Média (± desvio padrão) seguidas de letras iguais nas linhas indicam não haver diferença significativa (p < 0,05) entre as formulações.

O teor de proteína (Tabela 2) variou de 0,02 a 0,21 %, sendo que as formulações V, VI e VII não apresentaram diferença estatística das formulações III e IV. Entretanto, observou-se que à medida que a quantidade de soro e a quantidade de extrato adicionado foi aumentada houve diminuição no teor de proteínas. Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de pareto (Figura 3b) que descreve os efeitos estimados das variáveis sobre o teor de proteína, demonstrando que a medida que aumenta a concentração de soro de leite e extrato há uma diminuição no teor de proteína e quando aumentam-se os dois, o teor de proteína aumenta.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea, estabelece o teor mínimo de proteína de 1,7% m/m para bebida láctea fermentada (BRASIL, 2005). Diante deste parâmetro, todas as formulações (I a VII) estariam fora dos padrões, ou seja, com teores abaixo do permitido. Porém, deve-se levar em conta que realizou-se a desproteínização do soro a alta temperatura antes da elaboração das formulações. Román *et al.* (2011) obtiveram valor de proteína de 0,54 % para o soro, enquanto Bald *et al.* (2014) encontraram para o soro de leite doce proveniente do fabrico de queijo tipo mussarela um teor de 0,86 % de proteínas. Steinhauer *et al.* (2015a) obtiveram para soro de leite doce obtido de laticínio local teor de lactose e proteína de 3,40% e 0,54% respectivamente. Smithers (2015) cita proteína de 0,75 %.

Ressalta-se que o soro de leite pode apresentar composição variada em função de fatores como composição do leite, advindas de diferentes espécies, raça, idade, fase de lactação e alimentação do animal, sazonalidade e clima, assim como tratamento térmico empregado no leite e o processo de fabricação do queijo.

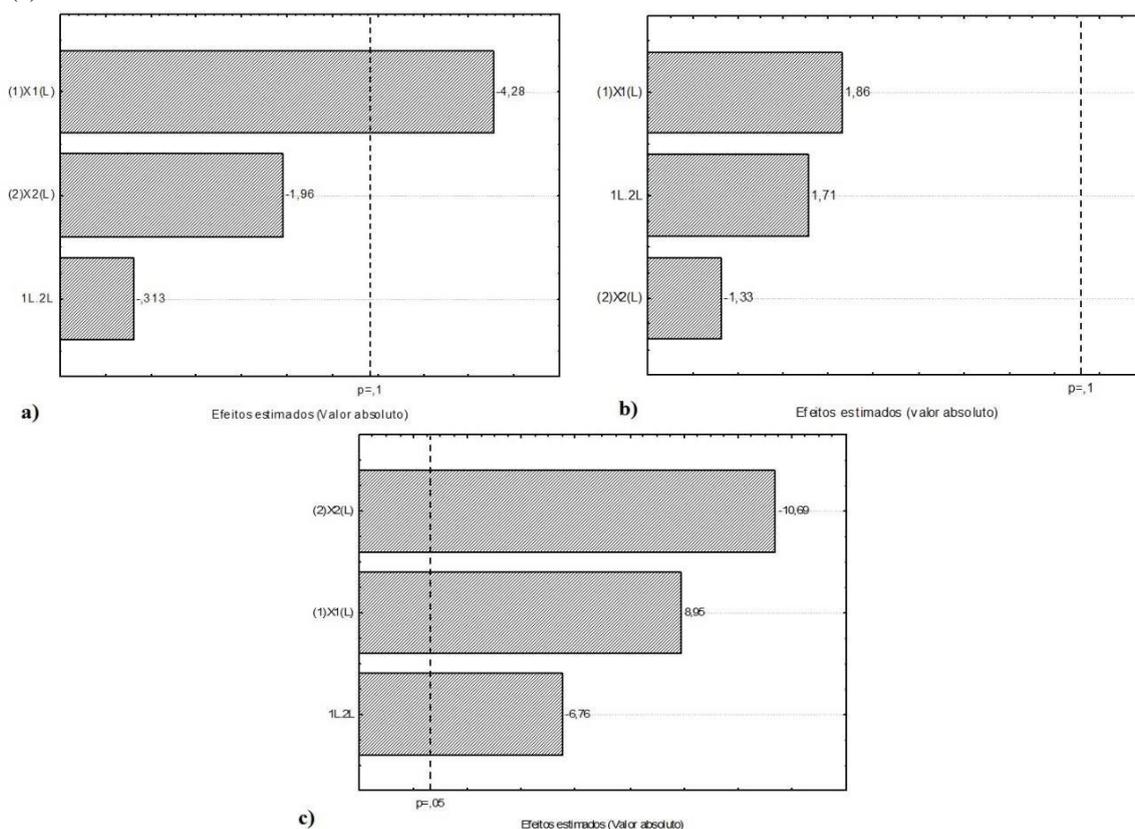
Para o teor de lipídios (Tabela 2), observou-se que a formulação I apresentou a maior percentagem (4,45%) seguida da formulação III (3,66%). Tal fato pode ser justificado por estas formulações possuíam maior teor de leite (75%). Estando, portanto, estas formulações, dentro dos padrões estabelecidos por legislação para bebidas lácteas fermentadas, que é de no mínimo 2g/100mL (BRASIL, 2005). Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de pareto (Figura 4a) que descreve os efeitos estimados das variáveis sobre o teor de lipídios, demonstrando que a medida que aumenta-se a concentração de soro de leite nas formulações há uma diminuição significativo ($p < 0,05$) no teor de gordura. E o extrato de erva-mate não demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) nas formulações.

Perante as análises do teor de cinzas para as formulações da bebida láctea fermentada variando a concentração de soro/leite e extrato de erva-mate (Tabela 2), observou-se que não houve diferença significativa entre as mesmas. Podemos visualizar melhor esse resultado no gráfico de pareto (Figura 4b), que comprova que o soro e o extrato de erva-mate não tiveram diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de minerais.

Segundo Medeiros & Lannes (2003), o conteúdo de cinzas da torta de cacau (a partir da qual se obtém o cacau em pó) e da torta de cupuaçu é de, aproximadamente, 4%. Na indústria, a torta de cacau pode chegar a 7% de cinzas. O achocolatado, por se tratar de mistura de pós de diferentes teores de cinzas, pode apresentar teor maior ou menor de cinzas em relação à torta de cacau, sendo geralmente menor devido a grandes quantidades de açúcar.

Os resultados obtidos para análise de sinérese (Tabela 2), demonstraram que quanto maior a quantidade de soro maior o valor coletado ao longo das 4 h, constatando-se assim que as formulações II e IV, apresentaram maior ($p < 0,05$) valor de sinérese, justamente por apresentarem maior quantidade de soro. E também observou-se que quanto menor o teor proteico, maior o índice de sinérese. Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de pareto (Figura 4c) que descreve os efeitos estimados das variáveis sobre sinérese, demonstrando que a medida que aumenta a concentração de soro de leite nas formulações há um aumento significativo ($p < 0,05$) na sinérese.

Figura 4. Gráfico de pareto com efeitos estimados das variáveis sobre o teor de lipídios (a), teor de minerais (cinzas) (b) e sinérese (c).

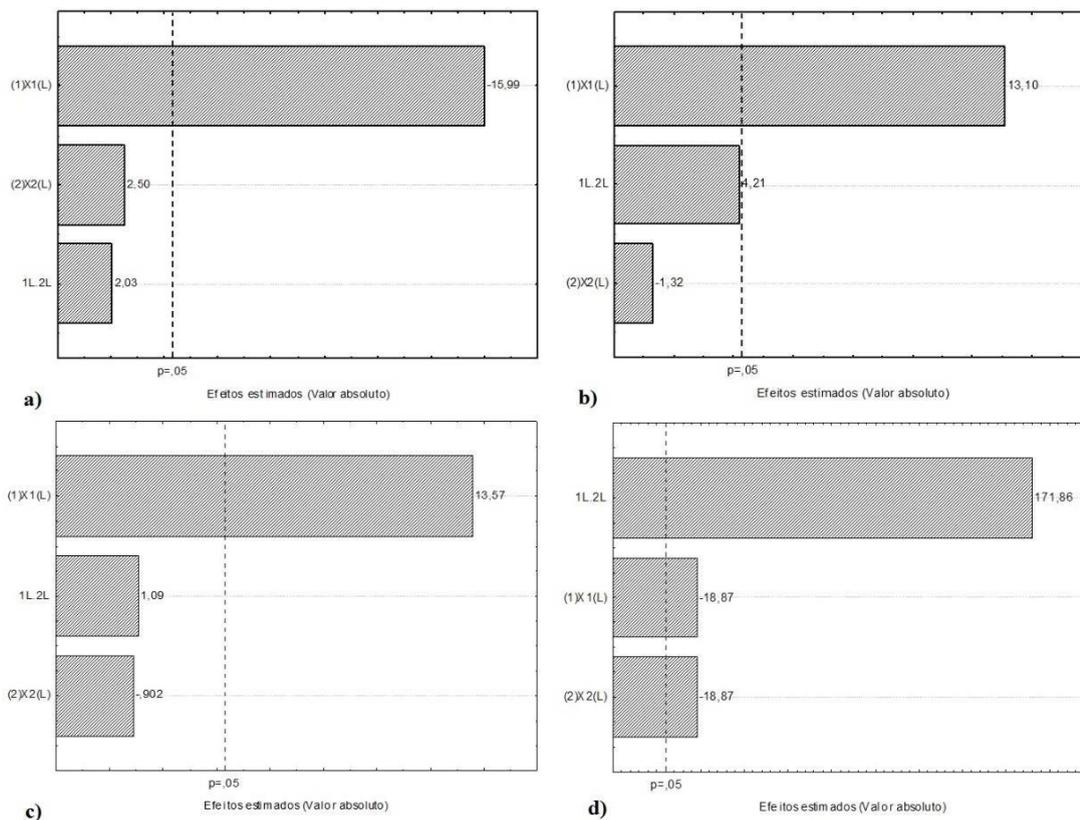


De acordo com a Tabela 2, verifica-se que os valores de luminosidade (L^*) são maiores para as amostras com menores teores de soro em sua formulação (Formulação I e III), não diferindo estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Estes resultados podem ser visualizados pelo gráfico de pareto (Figura 5a) que descreve os efeitos estimados das variáveis sobre L^* , demonstrando que a medida que

aumenta a concentração de soro de leite nas formulações há uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no valor de L^* .

Valores menores de L^* para as formulações pode ser causada devido alguns constituintes como gordura e proteína, que favorecem 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 (SILVA, 2007).

Figura 5. Gráfico de pareto com efeitos estimados das variáveis sobre o índice de L^* (a), índice de a^* (b), índice de b^* (c) e índice de aceitabilidade (d).



Segundo Vasconcelos (2010), os iogurtes podem ser considerados claros, pois na escala de 0 (preto) e 100 (branco) apresentaram valores acima de 50 ($L^* > 50$). Nestas sete formulações a $L^* < 50$, se aproximando mais da coloração preta, este fato pode ser correlacionado com a dição de cacau em pó a bebida formulada.

Os valores médios de cromaticidade (a^*) das diferentes formulações reflete cores, onde a^* maior que zero vai em direção ao vermelho, a^* menor que zero em direção ao verde, e de b^* refere-se a cromaticidade que maior que zero vai em direção ao amarelo e menor que zero em direção ao azul. Ambos os valores foram positivos (Tabela 2) maiores que zero, mostrando assim que a tendência a cromaticidade é ir para a coloração vermelha e amarela. Foram positivos ($+b^*$), em direção ao amarelo,

devido à presença de clorofila no extrato de erva-mate adicionado em diferentes percentuais. Estes resultados podem ser visualizados pelo gráfico de pareto da Figura 5b e c que descrevem os efeitos estimados das variáveis a^* e b^* , respectivamente, demonstrando que a medida que aumenta a concentração de soro de leite nas formulações há um aumento significativo ($p < 0,05$) tanto no valor de a^* quanto no valor de b^* . Sendo que o extrato de erva-mate não demonstrou apresentar diferença significativa ($p < 0,05$) nas formulações.

De acordo com a análise sensorial realizada neste estudo, observa-se (Tabela 2) que a Formulação V obteve a maior média (6,81). Através do gráfico de pareto (Figura 5d) podemos visualizar os resultados do índice de aceitabilidade, onde descreve-se os efeitos estimados, demonstrando que a medida que aumenta-se a concentração de soro de leite e extrato de erva-mate nas formulações há uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no índice de aceitabilidade e quando aumenta-se os dois, aumenta-se a aceitabilidade.

Diante destes resultados realizados em uma primeira etapa na avaliação para determinação dos níveis máximo e mínimo de soro/leite e de extrato de erva-mate a ser utilizada e ao índice de aceitação, concluiu-se que a formulação V que continha 50% de soro e 50% de leite, com 5g de extrato de erva mate obteve melhores resultados, com maior aceitação geral (83,9 %, englobando pontuações maiores ou superior a 6,0) e índice de aceitação global (~75 %, considerando a média em relação a pontuação máxima de 9,0).

Desta forma, deu-se sequência a segunda etapa da avaliação, utilizando os mesmos métodos de análise da primeira etapa, que foi realizada para determinar a aceitação sensorial da formulação V de bebida láctea fermentada com variação na concentração do adoçante (stévia) em relação ao atributo impressão global.

3.2 AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE STÉVIA NA FORMULAÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

A partir de todos os resultados da análise sensorial das 7 formulações, deu-se início a segunda fase do estudo, ou seja, a partir das formulações que apresentaram as melhores notas na avaliação sensorial (formulação V) variou-se a concentração de stévia (0,625; 0,750; 0,875 %, p/v) nesta formulação (obtendo-se 3 novas formulações - VIII, IX e X), realizando-se novamente análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial.

Tabela 3. Características físico-químicas em relação ao pH, acidez, lactose, proteína, gordura, cinzas, sinérese, cor e índice de aceitabilidade das formulações da bebida láctea fermentada.

Determinações	Formulação VIII (0,625% stévia)	Formulação IX (0,750% stévia)	Formulação X (0,875% stévia)
pH após fermentação	4,58 ^a (±0,1)	4,53 ^a (±0,1)	4,51 ^a (±0,1)
Acidez (%)	0,62 ^a (±0,02)	0,68 ^a (±0,04)	0,67 ^a (±0,03)
Lactose (%)	1,02 ^a (±0,13)	1,33 ^a (±0,02)	1,15 ^a (±0,17)
Proteína (%)	0,023 ^a (±0,05)	0,017 ^a (±0)	0,017 ^a (±0)
Gordura (%)	3,55 ^a (±0,075)	3,5 ^a (±0,11)	3,38 ^a (±0,072)
Cinzas (%)	0,0197 ^a (± 0,0008)	0,0198 ^a (±0,0004)	0,0136 ^a (±0,0111)
Sinérese (%)	0,00325 ^a (±0,0002)	0,0031 ^a (±0,0003)	0,0025 ^b (±0,0002)
L*	36,37 ^a (±0,42)	34,23 ^b (±0,16)	36,97 ^a (±0,32)
Cor	a*	3,45 ^b (±0,2)	4,07 ^a (±0,02)
	b*	8,00 ^b (±0,03)	9,43 ^a (±0,06)
Índice de aceitabilidade	6,68 ^a (±0,9)	5,89 ^b (±0,7)	6,05 ^{ab} (±0,9)

*Média (± desvio padrão) seguidas de letras iguais nas linhas indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05\%$) entre as formulações.

Diante dos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que não houve diferença significativa em nível de significância ($p < 0,05$) para acidez, lactose, proteína, gordura e minerais totais (cinzas), demonstrando assim que a variação de stévia não teve influência sobre estas análises. Observa-se para os resultados de cor que os valores de luminosidade (L*) não apresentam diferença significativa entre si, enquanto que os valores de a* e b* entre as formulações tiveram diferença.

Por meio da avaliação sensorial observou-se (Tabela 3) que a formulação VIII obteve maior índice de aceitação de 81,57%, seguida pela formulação X (68,42%) e da formulação IX (63,15%). Mostrando-se assim que a formulação VIII, com menor teor de stévia (0,625%) foi a mais aceita pelos provadores.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados das análises de coliformes a 45°C para as formulações (I a X) foram todos inferiores a 10² NMP/g, estando dentro dos padrões estabelecidos (Brasil, 2001). Assim como também a ausência de bactérias psicrófilas em todas as formulações.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos a formulação VIII com 50/50% de soro/leite, 0,25% de extrato de erva-mate, 3,5% de fermento lácteo, 0,1% de sorbato de potássio, 1% de cacau em pó, 0,25% de extrato de erva-mate e 0,650% de stévia foi a que apresentou as melhores características físico-

químicas (pH, acidez, lactose, proteína, gordura, minerais totais (cinzas), cor (L^* , a^* , b^*) e sinérese), microbiológicas e melhor aceitabilidade (81,57 %). Este índice de aceitação demonstra que a bebida láctea fermentada desenvolvida com adição de soro de leite, extrato de erva-mate e stévia é uma alternativa viável de reaproveitamento e de agregação de valor ao co-produto (soro de leite) da indústria láctea.

REFERÊNCIAS

AOAC International. **Official methods of analysis**. Gaithersburg, p. 32-36, 2000.

ARAÚJO, J. C. M.; GUSMÃO, T.A.S. Elaboração de sobremesa láctea com concentrado proteico de soro e diferentes tipos de estabilizantes/espessantes: avaliação sensorial, de textura e estudo da vida de prateleira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p.71225-71244, 2020.

Avaliação físico-química de uma bebida à base de kefir saborizada com pequi / Physical and chemical evaluation of a pequi taste kefir drink

BALD, J. A.; VINCENZI, A.; GENNARI, A.; LEHN, D. N.; SOUZA, G. F. V. Características físico-químicas de soros de queijo e ricota produzidos no vale do Taquari, RS. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 4, n. 1, p. 90-99, 2014.

BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R.; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C. C.; LIMA MAC. Processamento, Estabilidade e Aceitabilidade de Marinado de Vongole. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 16 de 23 de agosto de 2005**. Aprova o regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. DOU, 25/08/2005. Seção 1, p. 7, 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 46 de 23 de outubro de 2007**. Aprova o regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites fermentados. DOU, 23/10/2007, Seção 1, p.4, 2007.

BRASIL. **Resolução RDC n. 12, de 02 janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. DOU, 02/01/2001, Seção 1, p.174, 2001.

CALDEIRA, L. A.; FERRÃO, S. P. B.; FERNANDES, S. A. A.; MAGNAVITA, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2193-2198, 2010.

CHRANIOTI, C.; CHANIOTI, S.; TZIA, C. Microencapsulation of steviol glycosides (*Stevia rebaudiana Bertoni*) by a spray drying method – Evaluation of encapsulated products and prepared syrups. **International Journal of Food Studies**, v. 4, p. 212-220, 2015.

DUTCOSKY, S. D. (2013). **Análise Sensorial de Alimentos**. Fourth ed. Champagnat – Pucpress, Curitiba.

EMBRAPA. **Anuário Leite 2019**. Edição Digital em embrapa.br/gado-de-leite. Disponível em: [file:///C:/Users/Jamile/Downloads/Anuario-LEITE-2019%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jamile/Downloads/Anuario-LEITE-2019%20(1).pdf)

FERNANDA DE OLIVEIRA GOMES, F.O., DA SILVA, M. C. M., DE SOUSA, P.B., FREITAS, T. K. Y., SILVA, J. S., ARAÚJO, R. S. R. M. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p 10755-10762, 2020.

HASSAN, A. N.; FRANK, J. F.; SCHMIDT, K. A.; SHALABI, S. I. Textual proprieties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 12, p. 2098-2103, 1996.

- IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 211-212, 2008.
- IGLESIAS M.J.; Presente y futuro de los alimentos funcionales. In: Inglesias MJ; Alejandre AP (Coord.). Alimentos saludables y de diseño específico. **Alimentos funcionales**. 1ª ed. Madrid: Ed. IM&C, p. 29-44, 2010.
- JESUS, G. L.; Obtenção, caracterização e comparação de filmes a base de proteínas do soro de leite. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, p. 19, 2020.
- LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray dryer. **Revista Brasileira Ciência Farmaceutica**, v. 39, n. 1, p. 115-123, 2003.
- LEITE M. N.; BARROZO M. A. S.; RIBEIRO E.J. Canonical Analysis Technique as an Approach to Determine Optimal Conditions for Lactic Acid Production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009", **International Journal of Chemical Engineering**, v. 2012, Article ID 303874, 9 pages, 2012.
- LEMUS-MONDACA, R., VEGA-GALVEZ, A., ZURA-BRAVO, L., AH-HEN, K. *Stevia rebaudiana bertonii*, source of a high-potency natural sweetener: a comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. **Food Chemistry**, v.132, n.3, p.1121-1132, 2012.
- LIMA FILHO, O. F.; VALOIS, A. C.; LUCAS, Z. M. **Sistemas de Produção 5: Estévia**. 1. ed. Dourados. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2004. 55 p.
- LIZARRAGA, M. S. et al. Rheological behavior of whey protein concentrate and λ -carrageenan aqueous mixtures. **Food Hydrocolloid**, v. 20, p. 740-748, 2016.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudo com consumidores**. 2 ed. Viçosa: UFV, 308p, 2010.
- MINOLTA CORPORATION. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation: manual do colorímetro. **Ramsey**, 1994. 49p.
- PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. **Alimentos & Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 27-38, 2011.
- PREDIGER, R. D. S.; FERNANDES, M.S.; RIAL, D.; WOPEREIS. S.; PEREIRA, V. S.; BOSSE, T. S.; DA SILVA, C. B.; CARRADORE, R.S.; MACHADO, M. S.; CECHINEL-FILHO, V.; COSTA-CAMPOS, L. Effects of acute administration of the hydroalcoholic extract of mate tea leaves (*Ilex paraguariensis*) in animal models of learning and memory. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 465-473, 2008.
- ROMÁN, A.; WANG, J.; CSANÁD, J.; HODÚR, J.; VATAI, G. Experimental Investigation of the Sweet Whey Concentration by Nanofiltration. **Food Bioprocess Technology**, v. 4, p. 702-709, 2011.
- SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 107p, 2007.
- SMITHERS, G. W. Whey-ing up the options -Yesterday, today and tomorrow. **International Dairy Journal**, v. 48, p. 2-14, 2015.

STEINHAEUER, T.; SCHWING, J.; KRAUB, S.; KULOZIK, U. Enhancement of ultrafiltration-performance and improvement of hygienic quality during the production of whey concentrates. **International Journal Dairy**, v. 45, p. 08-14, 2015.

STEWART, M. R.; ZIPSER, M. W.; WATTS, B. M. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. **Journal of Food Science**, v. 30, n. 3, p. 464-469, 1965.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos acrescidas de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

TORTELLI, S. **Desenvolvimento de Bebidas Lácteas Fermentadas Utilizando como Substrato Extrato Hidrossolúvel de Soja e Soro de Leite**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 75p, 2002.

VALDUGA, A. T. **Uso sustentado e processamento de *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva Mate)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 216p, 2002.

VASCONCELOS, C. M. **Caracterização físico-química e sensorial de iogurte “light” com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 70 f, 2010.