

Desenvolvimento e caracterização de bebida láctea fermentada elaborada com leite de cabra Serrana

Development and production of a lactic fermented beverage made with Serrana goat milk

Mariah Q. Silva^{1,2}, Miguel Meirelles², Paula Rodrigues^{3,4,*} e Álvaro Mendonça¹

¹Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

²Centro Federal de Educação Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ), Campus de Valença, 27600-000, Rio de Janeiro, Brasil

³Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

⁴Laboratório Associado para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal
(*E-mail: prod Rodrigues@ipb.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.28027>

Recebido/received: 2022.09.07

Aceite/accepted: 2022.11.02

RESUMO

A bebida láctea fermentada à base de leite de cabra é uma alternativa interessante para a diversificação dos produtos lácteos, que possibilita o uso do soro oriundo da produção de queijo. O objetivo do estudo foi desenvolver e caracterizar formulações de bebidas lácteas fermentadas a partir do leite de cabra com adição de 20%, 40% e 60% de soro. A caracterização foi efetuada ao longo de 21 dias, avaliando: pH, acidez, composição nutricional, contagem de bactérias lácticas, bactérias mesófilas e psicrófilas aeróbias, bolores e leveduras, e aceitação sensorial. Todas as formulações apresentaram redução significativa de pH e aumento da acidez nos primeiros 14 dias de armazenamento, seguidas de estabilização até ao final da vida de prateleira. Os teores de proteínas, cinza e hidratos de carbono cumpriram os padrões legislados no Brasil, sem diferença significativa entre as formulações de 20% e 40%, mas a concentração de lípidos das bebidas com 40 e 60% de soro foi inferior ao limite mínimo estabelecido. Todas as formulações apresentaram parâmetros microbiológicos satisfatórios em relação ao padrão legislado no Brasil para bebidas lácteas pasteurizadas - utilizado como referência ($7,5 \times 10^4$ UFC/mL), mas a formulação 60% foi rejeitada do ponto de vista sensorial. Considerando o aproveitamento da maior quantidade de soro possível preservando as características das bebidas lácticas fermentadas e a aceitação do consumidor, a formulação de 40% foi a que mostrou melhor desempenho.

Palavras chaves: Produtos inovadores, consumidor, soro, laticínios, economia circular

ABSTRACT

The fermented drink based on goat's milk is an interesting alternative to the diversification of dairy products, allowing the producer to use cheese whey. The present study aimed to develop and characterize formulations of fermented dairy drinks from Serrana goat milk with 20%, 40% and 60% whey added. The nutritional characterization was carried out over 21 days based on the parameters: pH, acidity, proximate composition, lactic acid bacteria counts, aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria counts, mold and yeast counts, and sensory acceptance. All formulations showed a significant decrease in pH and increase in acidity in the first 14 days of storage, followed by stabilization until the end of the shelf life. Protein, ash and carbohydrate contents met the legislated standards, with no significant difference between the 20% and 40% formulations, but the lipid concentration of the beverages with 40 and 60% whey was lower than the established limit. All formulations showed satisfactory microbiological parameters, but the 60% formulation was rejected from a sensory point of view. Considering the use of the largest possible amount of whey, preserving the characteristics of fermented lactic drinks and consumer acceptance, the 40% formulation showed the best performance.

Keywords: Innovative products, consumer, whey, dairy, circular economy

INTRODUÇÃO

Emprega-se a cabra como fonte de carne e leite na alimentação humana desde o período Neolítico (Hirst, 2011), assumindo desde então importância social, económica e cultural em diferentes partes do mundo, presentes na culinária, artigos de vestuário, e fornecimento de carne e leite (Oliveira, 2012). Em Portugal, apesar dos seus benefícios, o setor caprino tem vindo a perder importância tanto em termos de produção cárnica como leiteira, associando-se esse declínio de produtividade ao êxodo e à regressão demográfica (Hirst, 2011; Oliveira, 2012; INE, 2017). Embora Portugal apresente heterogeneidade étnica de raças de cabras autóctones, a raça caprina Serrana ganha destaque, representando cerca de 45% do efetivo total de cabras em território nacional (Lopes, 2013).

Apesar dos benefícios proporcionados pela espécie, dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) indicam um decréscimo da produtividade do setor caprino português no ano de 2017 (INE, 2017). Atualmente, as políticas de incentivo à valorização de produtos agroalimentares locais e a procura constante por produtos nutricionalmente ricos e diferentes sabores podem contribuir para a inserção de novos produtos à base de leite de cabra, contribuindo assim para o desenvolvimento do espaço rural (Custódio, 2014).

De acordo com Haenlein (2004), o leite de cabra é reconhecido mundialmente pelo seu elevado potencial nutritivo e por ser uma opção láctea para indivíduos que apresentam quadro de intolerância à ingestão de leite de vaca, justificando desse modo a evolução da caprinocultura mundial nos últimos tempos. Apesar disso, não há um portefólio amplo de produtos à base de leite de cabra no mercado (INE, 2017).

A ideia de desenvolver e reformular produtos através da utilização de resíduos ou subprodutos ganhou força na indústria alimentar nas últimas décadas com incorporação da variável ambiental pelas empresas, desafiando-as a visualizá-los como matéria-prima reutilizável para o próprio processamento industrial (Saraiva, 2008). A indústria de laticínios possui uma grande produção de soro, oriundo da elevada produção de queijos, que é visto como um problema para tais empresas devido

ao seu elevado potencial poluente – elevado valor nutritivo e carga orgânica (Barbosa *et al.*, 2009).

O soro perdeu o estatuto de produto a ser descartado e tornou-se co-produto ou subproduto dos laticínios devido às propriedades biológicas, funcionais e tecnológicas que possui, podendo ser utilizado em conjunto com leite na produção de diferentes produtos (Chatterton *et al.*, 2006). A bebida láctea fermentada é um produto de características e processamento de fabricação similares ao iogurte. Apesar de não ser um tipo de produto comercializado em Portugal, em países como o Brasil apresenta-se como um alimento de bastante aceitabilidade por parte dos consumidores e rentável para as indústrias de laticínios, adequando-se a produtores de grande e pequena dimensão (Brasil, 2005; Brasil Food Trends, 2020). Dados recentes publicados em relação ao consumo familiar de iogurtes em Portugal (InMarket, 2020) indicam que 48,3% dos portugueses consomem entre quatro e doze unidades individuais de iogurtes por semana, tornando-se evidente o potencial do mercado consumidor desse género alimentício no país e o quão rentável pode ser a implementação de uma bebida láctea fermentada nesse cenário. Considerando a relação leite-soro ainda pouco estudada para o leite de cabra, as potencialidades do mercado, as propriedades nutricionais e tecnológicas do leite e do soro de matriz caprina, o estímulo à produção e as preocupações de cariz ambiental da indústria láctea, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma bebida láctea fermentada a partir de leite de cabra com adição de diferentes proporções de soro, avaliando parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, de modo ampliar a utilização do leite e soro de cabra na região de Trás-os-Montes, Portugal.

MATERIAL E MÉTODOS

Matérias-primas

Para a elaboração das bebidas lácteas fermentadas foram utilizadas as seguintes matérias-primas: Leite de cabra padronizado; soro; açúcar cristal; bactérias lácteas (Chr Hansen YF L812 liofilizada com 5U). O leite e o soro foram fornecidos pela Cooperativa de Produtores de Leite de Cabra Serrana (LEICRAS), Bragança, Portugal.

Elaboração das bebidas lácteas fermentadas

Elaboraram-se quatro formulações (Quadro 1) de acordo com as quantidades definidas pelo trabalho de Araújo & Barbosa (2015), variando-se apenas as proporções de soro e de leite de cabra. As etapas realizadas na produção das bebidas lácteas fermentadas estão apresentadas na Figura 1.

Quadro 1 - Formulação das bebidas lácteas fermentadas

Ingredientes	Quantidade (%)			
	A1	A2	A3	A4
Leite de cabra integral*	80	60	40	20
Soro de leite*	20	40	60	80
Sacarose	9	9	9	9
Cultura láctica	**	**	**	**

*O volume dos ingredientes de base láctea somam 100% e os restantes ingredientes são calculados a partir desse valor. ** A cultura láctica foi adicionada na proporção recomendada pelo fabricante.

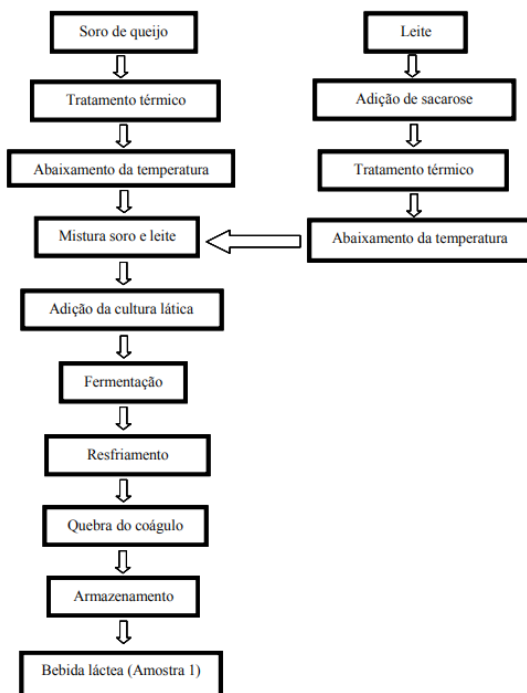


Figura 1 - Fluxograma de elaboração de bebida láctea fermentada.

O leite e o soro foram pasteurizados separadamente. A pasteurização do soro foi realizada a 65°C por 30 minutos, para inativação da enzima coagulante e microbiota presente, enquanto o leite foi acrescido de sacarose e tratado termicamente a temperatura de 95°C por 5 minutos (Recchia, 2014). As matérias-primas foram depois arrefecidas até 42°C e misturadas respeitando as proporções definidas (Quadro 1). As formulações foram submetidas a fermentação a 42°C, e o processo foi conduzido até o pH atingir 4,6 (aproximadamente 4 horas de fermentação), sendo arrefecidas a 4°C, batidas lentamente e armazenadas a 5 ± 1°C, até à realização das análises (Ordóñez, 2007).

Caracterização físico-química do leite, do soro e das bebidas lácteas fermentadas

Determinação de pH e acidez titulável: Os valores de pH foram medidos com um potenciômetro de bancada Hersteller-Prüfzertifikat (modelo pH 315i). A acidez titulável (% ácido láctico) foi quantificada através da metodologia indicada pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), que se baseia na titulação com solução de NaOH 0,1 M. O resultado foi expresso em gramas de ácido láctico por 100 mL de produto. O leite e o soro foram analisados na recepção da matéria-prima, enquanto as amostras de bebidas lácteas foram analisadas nos intervalos de 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a partir da sua elaboração.

Composição nutricional: A composição nutricional das formulações foi realizada em triplicado para as matrizes leite e soro na recepção e para cada tratamento após 7 dias da elaboração das bebidas lácteas fermentadas. As proteínas foram quantificadas pelo método Kjeldahl para determinação de azoto total (AOAC, 2005) e o teor de lípidos foi determinado pelo método de extração de Soxhlet (AOAC, 2005) nas amostras previamente liofilizadas. A determinação da cinza ocorreu com a pesagem de 10 g de amostra em cápsula de platina, seguidas de secagem em chapas elétricas (100 – 110 °C) e incineração a temperatura de 550 °C por um período que variou de 4 a 12 horas, até que a cinza adquirisse cor branca ou acinzentada. O valor de cinza foi expresso em percentagem. A humidade foi determinada através de secagem em estufa a 105°C correspondente ao método nº 925.09

da AOAC (AOAC, 2005). Os valores de hidratos de carbono foram obtidos por diferença entre 100 e a soma das percentagens de teores em água, proteína, gorduras e cinza. O valor energético foi calculado considerando hidratos de carbono e proteínas com 4 kcal/g e lípidos com 9 kcal/g (UE, 2011).

Avaliação da estabilidade microbiológica

Bactérias do ácido láctico (BAL) viáveis: Foi usado o método de contagem em placa, utilizando o meio de cultura Man Rogosa & Sharpe (MRS) Agar (Biolife, Itália), conforme descrito na ISO 15214-1998 (ISO, 1998). As análises foram realizadas nos tempos 0 e 21 dias.

Bactérias aeróbias mesófilas e psicrófilas: utilizou-se o meio de cultura *Plate Count Agar* (PCA, Himedia, Índia), conforme descrito na ISO 4833-1:2013 (ISO, 2013). A análise foi realizada nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.

Bolores e leveduras: usou-se o meio Agar Diclorano Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC, Himedia, Índia), conforme descrito na ISO 21527-1:2008 (ISO, 2008). Esta análise foi efetuada nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.

Em todas as análises, os resultados foram expressos em UFC/mL usando a fórmula descrita na norma ISO 7218-2007 (ISO 7218:2007).

Caracterização sensorial das bebidas lácteas fermentadas

Para avaliação sensorial das formulações elaboradas, realizou-se o teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (variando de “extremamente desagradável”, número 1, a “extremamente agradável”, número 9), na qual foram avaliados os parâmetros: textura, sabor, aroma e impressão global. O teste contou com 50 provadores não treinados de ambos os sexos e com idades variadas, e foi aplicado às três formulações com os mesmos provadores (Meilgaard *et al.*, 2007).

Análise estatística

Os ensaios e as análises foram realizados em triplicado. As médias dos parâmetros avaliados foram comparadas através do teste de Tukey nas médias transformadas, estabelecendo significância estatística para 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no programa XLSTAT 2020 - Statistical Software for Excel por Addinsoft.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química do leite e do soro

O Quadro 2 mostra os resultados obtidos para a composição nutricional do leite e do soro. Segundo Haenlein (2004), a composição do leite de cabra varia de acordo com a espécie, raça, dieta, alimentação, localidade, saúde do úbere, entre outros fatores, e por ser sazonal apresenta variações de concentração nos seus componentes ao longo da época de produção.

Em comparação com o leite de vaca, não se registam diferenças relevantes em termos de composição média geral (humidade 87%, lípidos 3,9%, proteínas 3,4%, cinza 0,8%; Sousa, 2020), sendo que as principais diferenças se prendem com a estrutura das proteínas e das gorduras, podendo interferir diretamente nas propriedades tecnológicas de cada matéria prima.

O leite de cabra possui acidez levemente inferior ao leite bovino, com valores entre 0,11 e 0,18% (m/v) para os compostos ácidos expressos como ácido láctico, devido a diferenças entre os grupos carboxílicos de ambas as espécies. Outros componentes também são variáveis, como por exemplo, o teor mínimo de proteínas de 2,8 % (m/v) e cinza, com valor mínimo de 0,7 % (m/v) (Haenlein, 2004).

A concentração de gordura varia entre 2,0 e 8,0 g/100 g, de acordo com os fatores de modificação da composição leiteira citados acima (Brasil, 2002; Haenlein, 2004). E, de acordo com Chilliard *et al.* (2001), a alimentação com oleaginosas pode modificar o metabolismo lipídico na glândula mamária e modular a secreção de gordura e o perfil de ácidos gordos do leite, melhorando o valor nutritivo.

Quadro 2 - Composição nutricional, pH e acidez das amostras de leite e soro de cabra (n=3; média ± desvio padrão)

Parâmetro	Amostras	
	Leite (g/100 g)	Soro (g/100 g)
Humidade	86,93 ± 0,08	92,23 ± 0,21
Hidratos de carbono	5,30 ± 0,10	4,80 ± 0,20
Proteínas	3,40 ± 0,05	0,97 ± 0,01
Lípidos	3,66 ± 0,07	0,53 ± 0,04
Cinza	0,69 ± 0,1	0,49 ± 0,00
pH	6,22 ± 0,11	4,48 ± 0,43
Acidez (ácido láctico)	0,17 ± 0,00	0,42 ± 0,01
Valor energético (Kcal/100g)	68 ± 1	37 ± 1

Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas

pH

O Quadro 3 apresenta a evolução dos valores de pH das três bebidas lácteas fermentadas, obtidos ao longo do tempo de armazenamento (21 dias) a 5°C. A utilização de diferentes concentrações de soro neste estudo não influenciou o tempo de fermentação, e o final do processo fermentativo foi determinado quando as bebidas lácteas atingiram a faixa de pH entre 4,68 - 4,69, o que ocorreu após 4 horas de fermentação.

Observou-se uma redução significativa ($p < 0,0001$) do pH para os intervalos de 0 e 14 dias para todas as formulações testadas. A formulação A1 apresentou comportamento decrescente para os valores de pH, com tendência a estabilizar no final do período

de armazenamento ($p=1,000$ para o intervalo 14 a 21 dias). No entanto, em relação às formulações A2 e A3 observou-se que, ao longo do período analisado, os valores de pH sofreram redução entre 0 e 14 dias, seguidos de crescimento significativo após 21 dias de armazenamento das bebidas lácteas fermentadas. Entende-se, porém, que o aumento de pH observado nas formulações que continham adição de 40% e 60% de soro, apesar de apresentarem diferença significativa, na prática esse aumento não interfere na qualidade do produto final.

Comparando o pH entre formulações, verificou-se que no tempo 0 todas apresentaram valores de pH semelhantes ($p=0,122$). No entanto, todas as formulações apresentaram valores significativamente diferentes ($p < 0,0001$) nos tempos de 7 e 14 dias. No que diz respeito aos resultados obtidos no tempo 21 dias, as bebidas que continham 20 e 40% de soro apresentaram pH semelhante entre si ($p=0,749$),

Quadro 3 - Evolução dos valores médios de pH das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento (n=3, média ± desvio-padrão)

Formulação (% soro)	pH			
	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias
A1 (20%)	4,68 ± 0,01 ^{Aa}	4,42 ± 0,01 ^{Bb}	4,36 ± 0,01 ^{Cb}	4,36 ± 0,01 ^{Cb}
A2 (40%)	4,68 ± 0,01 ^{Aa}	4,37 ± 0,01 ^{Bc}	4,33 ± 0,01 ^{Cc}	4,37 ± 0,02 ^{Bb}
A3 (60%)	4,70 ± 0,02 ^{Aa}	4,44 ± 0,01 ^{Ba}	4,43 ± 0,01 ^{Ca}	4,45 ± 0,01 ^{Ba}
Pr > F(Model)	0,122	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significância	Não	Sim	Sim	Sim

Nota: Letras maiúsculas diferentes na horizontal refletem diferenças significativas entre tempos de armazenamento, para a mesma formulação. Letras minúsculas diferentes na vertical refletem diferenças significativas entre formulações, para o mesmo tempo de armazenamento.

mas significativamente mais baixo do que a bebida contendo 60% de soro ($p < 0.0001$).

A redução acentuada do pH nos primeiros 14 dias de armazenamento resulta de uma manutenção de capacidade metabólica residual das bactérias fermentativas, que se anula à medida que o pH atinge valores próximos de 4,3-4,4. Esse comportamento de estabilização reforça a ideia de que a redução de pH no período de armazenamento é capaz de limitar o processo de pós-acidificação excessiva nos produtos fermentados.

Este processo pode promover a queda dos valores de pH em proporções de 3% a 9%, elevando consequentemente a acidez do produto entre 9% e 39% (Cunha *et al.*, 2006; Recchia, 2014). O decréscimo verificado no presente trabalho (0,2 a 0,3 unidades, correspondente a entre 5 e 7% de redução do pH) mostrou-se, assim, dentro do valor espectável. Frutuoso *et al.* (2012), acompanharam o comportamento do pH durante os intervalos de 1, 7, 14, 17 e 21 dias de bebidas lácteas elaboradas com leite bovino e soro caprino e observaram comportamento similar ao obtido no presente trabalho, com redução inicial brusca seguida de tendência de estabilização, mas com maior decréscimo do pH (de 4,6 para 4,0) ao longo do tempo.

Acidez titulável

O Quadro 4 apresenta a evolução dos valores médios de acidez obtidos durante os quatro intervalos de tempo de armazenamento a 5°C dos tratamentos de bebidas lácteas fermentadas. A quantificação de acidez, expressa em percentagem de ácido láctico, está relacionada com o pH das bebidas, e apresenta comportamento inverso ao decréscimo de pH.

Desta forma, nos primeiros sete dias de armazenamento enquanto os valores de pH apresentaram decréscimo acentuado, observou-se que os valores de acidez aumentaram tendendo a estabilizar após 14 dias de armazenamento.

Observou-se que apenas no intervalo de 14 dias não houve diferença significativa entre as formulações para as bebidas que continham 20% e 40% de soro de queijo na sua composição ($p = 0,528$). Para os restantes intervalos, todas as formulações foram consideradas estatisticamente diferentes ($p < 0,0001$), o que pode ser consequência da interferência do soro na atividade das culturas lácticas utilizadas na fermentação, com efeito na produção de ácido láctico, modificando a acidez e o pH do produto (Pacheco *et al.*, 2017).

De acordo com o RTIQ de Bebidas Lácteas (Brasil, 2005), o valor de acidez (em ácido láctico) para bebidas lácteas fermentadas deve ser de no mínimo 0,70%. Nesse contexto, constatou-se que, aos zero dias de armazenamento, apenas o tratamento contendo 20% de soro encontrava-se dentro do padrão estipulado pela legislação vigente. Tal resultado poderia ser alterado com a permanência das formulações por mais tempo na câmara de fermentação de forma a obter um pH máximo de 4,60, consequência da maior produção de ácido láctico. Após sete dias, todas as formulações apresentaram valores de acidez dentro dos padrões legislados. Passados 14 dias de armazenamento todas apresentaram estabilidade para os valores de acidez quantificados e apenas a formulação com 60% de soro apresentou valores de acidez inferiores a 0,70%, terminando a sua vida de prateleira ligeiramente fora dos parâmetros. Observou-se que conforme se eleva a concentração de soro entre as

Quadro 4 - Evolução dos valores médios de acidez (g ácido láctico/100g) das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento

Formulação (% soro)	Acidez (g ácido láctico/100g)			
	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias
A1 (20%)	0,71 ± 0,01 ^{Ca}	0,93 ± 0,07 ^{Aa}	0,89 ± 0,00 ^{Ba}	0,92 ± 0,00 ^{ABa}
A2 (40%)	0,53 ± 0,02 ^{Cb}	0,79 ± 0,03 ^{Bb}	0,86 ± 0,03 ^{Aa}	0,88 ± 0,00 ^{Ab}
A3 (60%)	0,50 ± 0,01 ^{Cc}	0,70 ± 0,02 ^{Ac}	0,68 ± 0,01 ^{Bb}	0,69 ± 0,00 ^{ABc}
Pr > F(Model)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significância	Sim	Sim	Sim	Sim

Nota: Letras maiúsculas diferentes na horizontal refletem diferenças significativas entre tempos de armazenamento, para a mesma formulação. Letras minúsculas diferentes na vertical refletem diferenças significativas entre formulações, para o mesmo tempo de armazenamento.

formulações, a acidez reduziu significativamente nos intervalos de tempo. Este facto pode ser justificado pelo aumento do conteúdo em soro, que aumenta a quantidade de Ca^{2+} disponível no meio e promove a protonação das moléculas de fosfato presentes na superfície das micelas, causando um aumento no pH. Esta protonação aumenta a força da rede ligações cruzadas de proteínas, tornando-as mais rígidas. Nesse sentido, esse aumento na concentração de Ca^{2+} tem influência na sinérese (Pacheco *et al.*, 2017). Segundo Park & Haenlein (2006), um pH baixo e uma alta acidez causam desprendimentos de soro, aumentando a solubilização de micelas de CCP que promovem uma perda de cálcio solúvel para o soro.

Os resultados obtidos corroboram com Recchia (2014) que, ao elaborar bebidas lácteas fermentadas com diferentes concentrações de soro ácido e avaliá-las nos intervalos de 0, 7, 14 e 21 dias, observou que entre os tempos 0 e 7 dias ocorreu o maior aumento de acidez das amostras. Cunha *et al.* (2008), ao elaborarem bebidas lácteas fermentadas com 70% de leite bovino e 30% de soro, quantificaram valores de 0,72 g de ácido láctico/100 g, valor semelhante ao encontrado para a amostra A1 que possuía concentração de soro 10% inferior ao autor.

Composição nutricional

O Quadro 5 apresenta os resultados médios para determinações de humidade, lípidos, proteínas, cinza, hidratos de carbono e valor energético das bebidas lácteas fermentadas.

No que diz respeito à humidade, gordura e valor energético, observou-se diferença significativa entre todas as formulações. Tal facto pode ser explicado pela adição de maiores concentrações de soro a cada amostra, que eleva a quantidade de água disponível no meio, reduz os teores de lípidos e

consequentemente o valor calórico. Tais resultados corroboram com Otero *et al.* (1995), que avaliaram parâmetros físico-químicos de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com adição de soro e água, e constataram que os teores de gordura das bebidas elaboradas com soro foram superiores às bebidas diluídas com água. Para as formulações de 40% e 60%, que não estão em conformidade com a legislação vigente (lípidos superiores a 2%) (Brasil, 2005), torna-se necessária a captação de soro e leite com padronização de gordura para elaboração do produto.

Quanto às proteínas, observou-se que o aumento das concentrações de soro não interferiu de forma significativa nos resultados obtidos para a formulação A3, pois o decréscimo das proteínas do leite foi parcialmente restituído pela adição das proteínas presentes no soro. Em relação às formulações constituídas de 20% e 40% de soro não apresentaram diferença significativas entre si, pois o decréscimo das proteínas do leite foi parcialmente restituído pela adição das proteínas presentes no soro. Araújo & Barbosa (2015) quantificaram elevada concentração de proteínas (9,34%) em bebida láctea fermentada elaborada com 44% de leite e 28,5% de soro caprino, posteriormente adicionada de 15% de polpa de umbu, que possui maior conteúdo proteico, o que justifica a disparidade relativamente às bebidas elaboradas no presente trabalho. Todas as formulações apresentaram-se dentro dos padrões mínimos exigidos pela Instrução Normativa nº 16 (2005), que determina valor mínimo de 1,7% proteínas de origem láctea para bebidas lácteas com adições cujas características organolépticas se assemelham às bebidas lácteas sem adições.

O teor de cinza foi inferior ao valor de 0,86% encontrado por Frutuoso *et al.* (2012), ao caracterizar bebidas lácteas fermentadas com adição de soro caprino e o valor de 0,7% obtido por Recchia

Quadro 5 - Composição nutricional das amostras de bebidas lácteas fermentadas (n=3, média ± desvio padrão)

Formulações (% soro)	Humidade	Lípidos (g/100 mL)	Proteínas (g/100 mL)	Cinzas (g/100 mL)	Hidratos de carbono (g/100 mL)	Energia (Kcal/100 mL)
A1 (20%)	76,60 ± 0,25 ^a	2,45 ± 0,12 ^a	2,66 ± 0,19 ^a	0,62 ± 0,01 ^a	17,40 ± 0,60 ^a	103 ± 0 ^a
A2 (40%)	78,94 ± 0,46 ^b	1,12 ± 0,01 ^b	2,66 ± 0,03 ^a	0,55 ± 0,06 ^{ab}	16,60 ± 0,50 ^{ab}	87 ± 2 ^b
A3 (60%)	81,08 ± 0,13 ^c	0,63 ± 0,00 ^c	1,90 ± 0,00 ^{ab}	0,48 ± 0,03 ^b	15,90 ± 0,20 ^b	77 ± 1 ^c

Nota: Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa dos resultados pelo teste de Tukey (p<0,05).

(2014). Porém, estão em conformidade com Cunha *et al.* (2008), que encontrou 0,65% em avaliação físico-química de bebida láctea, e Thamer & Penna (2006), cujo valor variou entre 0,53 e 0,61%.

Avaliação da estabilidade microbiológica

Foram avaliados os parâmetros microrganismos aeróbios mesófilos e psicrófilos, e bolores e leveduras. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Valores médios de aeróbios mesófilos, aeróbios psicrófilos e bolores e leveduras (n=3, média ± desvio-padrão), expressos em UFC/mL

Formulação	Parâmetros microbiológicos obtidos (UFC/mL)												
	Aeróbios mesófilos				Aeróbios psicrófilos				Bolores e leveduras				
	Tempo (dias)	0	7	14	21	0	7	14	21	0	7	14	21
A1 (20%)	2x10 ¹ ±1,15	4x10 ¹ ±2,65	6x10 ¹ ±2,75	6,5x10 ¹ ±2,63	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹
A2 (40%)	<1x10 ¹	2,5x10 ¹ ±2,12	5x10 ¹ ±2,83	5,7x10 ¹ ±2,63	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹
A3 (60%)	<1x10 ¹	2,5x10 ¹ ±0,58	4x10 ¹ ±1,74	4,5x10 ¹ ±1,53	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹	<5x10 ¹

Alimentos do grupo dos leites fermentados, como os iogurtes e as bebidas lácteas fermentadas com adição de polpa de frutas e/ou açúcar, como é o caso das bebidas avaliadas neste estudo, são mais suscetíveis ao crescimento de leveduras (Silva *et al.*, 2010), no entanto, estas não foram detetadas nas amostras analisadas. De igual forma, não foram detetados microrganismos aeróbios psicrófilos. Não existem, na legislação vigente, limites estipulados para contagens de microrganismos aeróbios mesófilos em bebidas lácteas fermentadas. No entanto, utilizou-se como parâmetro o padrão legislado para bebidas lácteas pasteurizadas - 7,5 x 10⁴ UFC/mL (Brasil, 2005). Sendo assim, pode-se considerar que as bebidas elaboradas no presente trabalho estão de acordo com o esperado para qualidade microbiológica de produtos lácteos fermentados e apresentaram estabilidade ao longo do período analisado.

As análises para quantificação de microrganismos mesófilos, psicrófilos, e bolores e leveduras em alimentos são utilizadas no controlo da qualidade do leite como um indicador de higiene e de qualidade geral, uma vez que em elevadas quantidades podem indicar falhas na higienização de processos,

na obtenção da matéria-prima, no manuseio e/ou nas condições de armazenamento dos produtos (Downes & Ito, 2001).

Análise das bactérias lácticas viáveis

No Quadro 7 estão apresentados os resultados obtidos para a contagem de BAL nas várias formulações nos tempos 0 dias e 21 dias de armazenamento.

O objetivo da quantificação das BAL nos tempos 0 e 21 dias após a sua produção está relacionado

com a avaliação da influência da adição do soro na estabilidade destas bactérias e do produto ao longo do tempo de vida útil. Com base nos resultados expressos no Quadro 7, é possível verificar que a incorporação das diferentes concentrações de soro não afetou significativamente o crescimento e a viabilidade destas bactérias, pois todas as formulações apresentaram contagens de BAL viáveis dentro dos padrões mínimos de 10⁶ UFC/mL no final da vida de prateleira, conforme as exigências da legislação vigente (Brasil, 2005), e não apresentaram diferença significativa para nenhum dos tratamentos avaliados.

Quadro 7 - Resultados obtidos para a contagem de bactérias lácticas nos tempos 0 dias e 21 dias de armazenamento (n=3, média ± desvio-padrão), expressos em log₁₀ UFC/mL

Formulação (% soro)	Contagem de bactérias lácticas (log ₁₀ UFC/mL)	
	0 dias	21 dias
A1 (20%)	8,87 ± 0,41 ^{Aa}	8,34 ± 0,52 ^{Aa}
A2 (40%)	9,06 ± 0,28 ^{Aa}	8,82 ± 0,45 ^{Aa}
A3 (60%)	8,44 ± 0,68 ^{Aa}	8,01 ± 0,17 ^{Aa}

Nota: Letras maiúsculas diferentes refletem diferenças significativas entre tempos de armazenamento, para a mesma formulação. Letras minúsculas diferentes refletem diferenças significativas entre formulações, para o mesmo tempo de armazenamento.

Tais resultados corroboram estudos similares realizados por outros autores, como Recchia (2014), que ao avaliar a influência da adição de soro ácido na elaboração de bebidas lácteas fermentadas com preparados de frutas, quantificou valores superiores a 10^7 UFC/mL de bactérias lácticas viáveis em todos os tratamentos após 21 dias de armazenamento sob temperaturas de 8 °C. Frutuoso *et al.* (2012) avaliou a estabilidade de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com leite de vaca e soro, e obteve contagens superiores a 10^6 UFC/mL ao longo de 21 dias de vida de prateleira.

Caracterização sensorial das bebidas lácteas fermentadas

Na avaliação das três formulações de bebidas lácteas fermentadas, onde o fator de variação entre elas foi a concentração de soro, observa-se no Quadro 8 que as formulações A1 e A2 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação a todos os parâmetros avaliados no teste de aceitação sensorial. Em contrapartida, a formulação A3 apresentou diferenças significativas em relação às restantes para todos os atributos avaliados, principalmente em relação ao sabor e a textura. Os valores médios de pontuação da amostra A3 são equivalentes a “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” na escala hedônica utilizada na aplicação do teste sensorial, representando as menores pontuações no teste quando comparadas as formulações A1 e A2.

Tais resultados corroboram parcialmente com os dados obtidos por Rezende *et al.* (2007), que elaboraram quatro formulações de bebidas lácteas fermentadas com adição de polpa de umbu variando as concentrações de soro em 20 %, 40 %, 60 % e 80 %. A amostra que obteve menor aceitabilidade

entre os parâmetros avaliados e a única significativamente diferente em relação aos outros tratamentos foi a de maior concentração de soro, assim como no presente trabalho. No entanto aquele estudo utilizou leite e soro de origem bovina, que possui sabor menos intenso e mais comum ao paladar, quando comparados com o leite e soro de leite caprino, o que poderia justificar a maior tolerância dos consumidores a concentrações superiores de soro bovino em bebidas lácteas fermentadas do que de soro caprino.

Dados obtidos por Araújo & Barbosa (2015) mostram que, ao desenvolverem bebidas lácteas fermentadas com variação nas concentrações de soro caprino (28,5% e 44%) e leite caprino (44% e 28,5%) respectivamente, os atributos sabor e aceitação global foram significativamente afetados nos testes de aceitação sensorial, sendo a amostra com 44% de soro caprino e 28,5% de leite caprino a que obteve menores médias, variando de 7,5 a 4,6.

Considerando que os testes sensoriais foram realizados em Portugal, país onde as bebidas lácteas fermentadas não são comercializadas e não são relatados estudos sobre tais produtos no país, houve por parte dos provadores uma associação intuitiva das bebidas lácteas com iogurtes, que possuem como uma de suas principais características a textura mais encorpada e espessa. Sabe-se ainda que com a adição de maiores concentrações de soro a viscosidade das bebidas é reduzida. Os autores Castro *et al.* (2013) reforçam esta teoria, pois ao avaliarem as características sensoriais de bebidas lácticas fermentadas determinaram uma relação entre a quantidade de soro adicionado e as características reológicas das bebidas, provavelmente como resultado da substituição de caseína pelas proteínas de soro.

Sendo assim, desconsiderando a adição de espessantes, pode-se admitir que em relação à textura a adição de maiores quantidades de soro nas bebidas lácteas é inversamente proporcional à viscosidade, podendo justificar que o atributo de maior índice de rejeição da formulação contendo 60% de soro seja a textura.

Num estudo sobre a influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga, Santos *et al.* (2008)

Quadro 8 - Média das notas do teste de aceitação (n=3, média ± desvio-padrão)

Formulação (% soro)	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
A1 (20%)	8,06 ± 1,07 ^a	7,99 ± 0,96 ^a	7,86 ± 1,27 ^a	7,98 ± 0,83 ^a
A2 (40%)	7,96 ± 1,11 ^a	7,73 ± 1,17 ^a	7,74 ± 1,16 ^a	7,76 ± 0,90 ^a
A3 (60%)	7,28 ± 2,01 ^b	6,88 ± 2,23 ^b	5,68 ± 1,99 ^b	6,36 ± 2,23 ^b

Nota: Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa dos resultados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

verificaram que a formulação de 40 % foi a mais aceite, situando-se muito próximo do termo hedónico “gostei muito”. Os resultados positivos obtidos no presente trabalho a partir das respostas dos provadores evidenciam a boa aceitabilidade geral do produto tanto no aspeto visual quando no sensorial, e ratificam as possibilidades da implementação de bebidas lácteas fermentadas à base de leite e soro caprino na dieta dos consumidores portugueses.

CONCLUSÕES

No presente trabalho, a incorporação de soro caprino para a elaboração de bebidas lácteas fermentadas apresentou-se como uma alternativa viável de ampliação do portfólio de produtos

lácteos caprinos e valorização da raça Serrana. As formulações com 20 % e 40 % de incorporação de soro não apresentaram diferenças significativas entre os principais parâmetros avaliados no estudo. Considerando o objetivo de adicionar a maior quantidade possível de soro caprino e preservar a aceitabilidade do produto pelo consumidor, o teor de soro mais apropriado para ser utilizado no desenvolvimento do produto é de 40%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) e aos fundos nacionais FCT/MCTES (PIDDAC) pelo apoio financeiro ao CIMO (UIDB/00690/2020 e UIDP/00690/2020) e SusTEC (LA/P/0007/2020).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2005) - *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington.
- Araújo, N. & Barbosa, F. (2015) - Bebida láctea com leite caprino e soro caprino é alternativa para aproveitamento da polpa de umbu. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, vol. 70, n. 2, p. 85-92. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i2.393>
- Barbosa, C.S.; Mendonça, R.C.; Santos, A.L. & Pinto, M.S. (2009) - Aspectos e impactos ambientais envolvidos em um laticínio de pequeno porte. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, vol. 64, p. 28-35.
- Brasil Food Trends (2020). *FIESP e ITAL*. [cit. 2020.06.17] <http://www.alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>
- Brasil (2002) - Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2002. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 nov. 2000, Seção 1, Página 23.
- Brasil (2005) - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 24 ago. 2005, Seção I, p. 7.
- Castro, W.F.; Cruz, A.G.; Bisinotto, M.S.; Guerreiro, L.M.R.; Faria, J.A.F.; Bolini, H.M.A.; Cunha, R.L. & Deliza, R. (2013) - Development of probiotic dairy beverages: Rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, n. 1, p. 16-25. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5590>
- Chatterton, D.; Smithers, G.; Roupas, P. & Brodkorb, A. (2006) - Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – Technological implications for processing. *International Dairy Journal*, vol. 16, n. 11, p. 1229-1240. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.001>
- Chilliard, Y.; Ferlay, A. & Doreau, M. (2001) - Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science*, vol. 70, n. 1-2, p. 31-48. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00196-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00196-8)
- Cunha, T.M.; Castro, F.P.; Barreto, P.L.M.; Benedet, H.D. & Prudêncio, E.S. (2008) - Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 29, n. 1, p. 103-116.
- Cunha, T.M.; Oliveira, F.F.; Dominici, M.T.F. & Prudêncio, E.S. (2006) - Avaliação da composição físico-química de bebidas lácteas probióticas elaboradas com diferentes proporções de leite e soro de queijo. In: *58ª Reunião Anual da SBPC*, Florianópolis, SC.
- Custódio, I. (2014) - *Produção de derivados de leite: "omavele" aromatizado e queijo picante*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia da Ciência Animal, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança.
- Downes, F.P. & Ito, K. (2001) - *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4th ed. Washington: American Public Health Association (APHA).
- Frutuoso, A.; Andrade, P., & Pereira, J. (2012) - Inovação no desenvolvimento de bebida láctea fermentada com leite de vaca e soro de queijo de cabra. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, vol. 67, n. 386, p. 29-37. <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120033>
- Haenlein, G.F.W. (2004) - Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, vol. 51, n. 2, p. 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
- Hirst, K. (2011) - *Goats: The history of the domestication of goats*. [cit. 2020.03.08] <http://archaeology.about.com/od/domestications/qt/goats.htm>
- INE (2017) - *Estatísticas agrícolas do ano de 2016*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- InMarket (2020) - *Que marca de iogurtes preferem os portugueses?* [cit. 2020.09.03] <https://grandeconsumo.com/que-marcas-de-iogurtes-preferem-os-portugueses/#.X6hvbPNKjIU>
- IAL (2008) - *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. [cit. 2019.11.23] http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf

- ISO (1998) - ISO 15214:1998. *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria — Colony-count technique at 30 degrees C*. International Standardization Organization, Suíça.
- ISO (2007) - ISO 7218:2007. *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuff. General Requirements and Guidance for Microbiological Examinations*. International Standardization Organization, Suíça.
- ISO (2008) - ISO 21527-1:2008. *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds — Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95*. International Standardization Organization, Suíça.
- ISO (2013) - ISO 4833-1:2013. *Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique*. International Standardization Organization, Suíça.
- Lopes, V.P.S. (2013) - *Contribuição para o estudo da raça Caprina Serrana*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia da Ciência Animal, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança.
- Meilgaard, M.R.; Civille, G.V. & Carr, B.T. (2007) - *Sensory evaluation techniques*. 4ª ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 448p.
- Oliveira, R. (2012) - *Demografia e estrutura populacional da raça caprina. Murciano Granadina na Espanha com base em análise de Pedigree*. Dissertação de Doutorado, Univ. Fed. de Pernambuco.
- Ordóñez, J.A. (2007) - *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal*. Porto Alegre: Artmed. v. 2. 279 pp.
- Otero, M.; Rodriguez, T.; Camejo, J. & Cardoso, F. (1995) - Bebida láctea fermentada. *Alimentaria*, vol. 32, n. 260, p. 93-95.
- Pacheco, V.M.M.; Porras, A.O.O.; Velasco, E.; Morales-Valencia, E.M. & Navarro, A. (2017) - Efeito da relação leite-soro sobre as propriedades físico-químicas e reológicas de uma bebida láctea fermentada. *Ingeniería y Competitividad*, vol. 19, n. 2, p. 83-91. <https://dx.doi.org/10.25100/iyv.v19i2.5295>
- Park, Y.W. & Haenlein, G.F.W. (2006) - *Handbook of milk of non-bovine mammals*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. 472 pp.
- Recchia, B.R. (2014) - *Desenvolvimento de bebida láctea fermentada a base de soro lácteo ácido: caracterização físico-química e reológica*. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura. Piracicaba. Universidade de São Paulo.
- Rezende, A.A; Guimarães, G.F.; Miyaji, M.; Fontan, G.C.R. & Bonomo, R.C.F. (2007) - Produção de bebida láctea tipo umbuzada como alternativa de renda para o pequeno agricultor do Sudoeste Baiano. In: *XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*.
- Santos, C.T.; Costa, A.R.; Fontan, G.C.R.; Fontan, R.C.I. & Bonomo, R.C.F. (2008) - Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. *Alimentos Nutrição*, vol. 19, n. 1, p. 55–60.
- Saraiva, C.B. (2008) - *Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso*. Dissertação de mestrado em Ciências. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Silva, N.; Christina, V.; Ferraz, N.; Hiromi, M.; Francisco, R. & Abeliar, R. (2010) - *Manual de métodos de análise Microbiológica de Alimentos e água*. 4. Ed. – São Paulo: Livraria Varela.
- Sousa, B.G.A. (2020) - *Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada prebiótica e saborizada com graviola*. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Agroindústria. Universidade Federal do Sergipe, Sergipe.
- Thamer, K.G. & Penna, A.L.B. (2006) - Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 26, n. 3, p. 589-595. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000300017>
- U.E. (2011) - Regulamento (UE) n.o 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) n.o 1924/2006 e (CE) n.o 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e revoga as Directivas 87/250/CEE da Comissão, 90/496/CEE do Conselho, 1999/10/CE da Comissão, 2000/13/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2002/67/CE e 2008/5/CE da Comissão e o Regulamento (CE) n.o 608/2004 da Comissão. *Jornal Oficial da União Europeia* L 304/18.