Artigo

INFLUÊNCIA DO TIPO DE LEITE NOS PARÂMETROS DE TEXTURA E ESTABILIDADE DE SORVETE

Influence of milk type in texture and stability of ice cream

Angélica Cáritas da SILVA[1]
Ana Clarissa dos Santos PIRES[2*]
Marcos Inácio MARCONDES[3]
Mirian Fabiana da SILVA[4]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características do leite de cabra de duas raças para a produção de sorvete e comparar com o sorvete produzido a partir de leite de vaca. Amostras de leite de vaca e de cabra foram analisadas em relação à composição e às propriedades físico-químicas (densidade, crioscopia) e capacidade espumante. O volume molar parcial do monoestearato de sorbitana (MS) nas amostras de leite foi determinado. Foram preparadas formulações idênticas de sorvete de chocolate, variando apenas o tipo de leite. Foram analisados o teor de gordura e o perfil de derretimento dos sorvetes. Realizaram-se também o Perfil de Textura (TPA) e a análise sensorial de aceitação dos sorvetes. Não houve diferença ($p>0,05$) entre os constituintes e as propriedades dos tipos de leite, exceto para crioscopia e capacidadeespumante. O volume molar parcial de MS foi positivo para todos os leites. Não houve diferença ($p>0,05$) nos teores de gordura dos sorvetes. Em relação à TPA, a dureza e a gomosidade foram diferentes para o leite de vaca. Não houve diferença ($p>0,05$) no tempo inicial de derretimento e na velocidade de derretimento do leite de cabra comparado ao de vaca. Os sorvetes produzidos apresentaram boa aceitação sensorial, não havendo diferença ($p>0,05$) entre eles. Os resultados apontam o potencial do leite de cabra como alternativa ao leite de vaca na produção de sorvete.

Palavras-chave: leite de vaca; leite de cabra; teste de derretimento; análise do perfil de textura.

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate the features of ice cream produced from goat's milk of two different breeds and compare them to ice cream produced with cow's milk. Samples of cow's and goat's milk were analyzed for composition, physicochemical properties (density and cryoscopy) and foam ability. The partial molar volume of sorbitan monostearate (SM) in the milk samples was determined. It was prepared similar formulations of chocolate ice cream, varying only the type

1 Estudante de graduação em Ciência e Tecnologia de Laticínios, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail:angelica.caritas@ufv.br
2 Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Professora adjunta, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail:ana.pires@ufv.br
3 Doutor em Zootecnia. Professor adjunto, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: marcos.marcondes@ufv.br:
4 Estudante de pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: - mirian.fabiana@ufv.br
* Autor para correspondência:Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Av. PH Rolfs, s/n. Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. CEP: 36570-000. E-mail: ana.pires@ufv.br

Recebido / Received: 06/12/2012
Aprovado / Approved: 28/05/2013

of the milk. The fat content and melting profile of ice creams was determined. The texture profile analysis (TPA) and acceptance sensory analysis of ice creams were also evaluated. There was no difference ($p>0.05$) between constituents and properties of different milk, except for cryoscopy and foam ability. The partial molar volume of SM was positive for all samples of milk. There was no difference ($p>0.05$) in fat content of ice cream samples. In relation to TPA, hardness and gumminess were different in cow's milk. There was no difference ($p>0.05$) in the initial time and speed of melting of goat's milk ice cream compared to cow's milk ice cream. Ice cream produced with goat's milk showed good acceptance and did not differ from cow's milk ice cream. The results point out the potential of goat's milk as an alternative to cow's milk in order to produce ice cream.

Keywords: cow milk; goat milk; melting test; texture profile analysis.

1 INTRODUÇÃO

O sorvete à base de leite é um alimento saudável e nutritivo, que pode ser consumido em qualquer época do ano. Não só pelo alto valor energético, como também por conter proteínas essenciais, cálcio, vitaminas A, D, E, niacina e riboflavina, o sorvete à base de leite é recomendável para crianças em fase de crescimento e para adolescentes, devido à maior velocidade de crescimento de seus ossos. Além do valor nutricional, o sorvete tem a característica de alta digestibilidade, quando bem homogeneizado. Esses fatores associados a outras características como gosto doce e textura macia, fazem do sorvete um alimento ideal para todas as idades (RECHSTEINER, 2009).

Apesar de ser produzido tradicionalmente a partir de leite bovino, outras fontes lácteas também podem ser utilizadas na fabricação de sorvete. O leite caprino, por exemplo, é reconhecido por sua elevada qualidade nutricional e por ser alternativa para indivíduos que apresentam reação alérgica ao leite de vaca, uma vez que o leite de cabra contém baixos teores de αs_1-caseína e β-lactoglobulina, que são os principais alérgenos presentes em leite bovino. Cerca de 40% dos indivíduos sensíveis às proteínas do leite bovino toleram o leite de cabra, reduzindo quadro de asma, colites, acidez, dentre outros (SANZ-SAMPELAYO et al., 2007).

Além disso, o leite de cabra apresenta concentração expressiva de ácidos graxos de cadeia curta como capróico, caprílico e cáprico e possui grande concentração de glóbulos de gordura de menor tamanho (CORREIA et al., 2008). A gordura do leite de cabra está diretamente relacionada com as características sensoriais e de textura dos lácteos produzidos a partir do leite caprino (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

O mercado brasileiro de leite de cabra vem crescendo tanto na forma de leite pasteurizado como na forma de derivados lácteos, como leite em pó, leite esterilizado, leite UHT, iogurtes, bebidas lácteas, sorvetes e queijos de variados tipos. No ano de 2011, a indústria processou 32 milhões de litros de leite de cabra, mostrando o potencial da atividade no país (CORDEIRO; CORDEIRO, 2011). O mercado de sorvetes ainda é pouco explorado podendo ser conquistado.

Desta forma, a produção de sorvete a partir de leite de cabra em substituição ao leite bovino é atrativa, em razão das suas propriedades nutricionais, antialérgicas e sensoriais, especialmente relacionadas à textura (PARK, 2005). Pandya; Ghodke (2007) compararam as características químicas, físicas e sensoriais de sorvetes produzidos a partir de leite caprino, bovino e ovino, sendo o primeiro o mais aceito.Outro estudo conduzido por Correia et al. (2008) também apresentou resultado similar, sendo que os autores concluíram que o sorvete de leite de cabra apresenta textura mais macia e características específicas de derretimento. Entretanto, as causas para estas conclusões não estão elucidadas, e os trabalhos desenvolvidos em relação à ciência envolvida no processamento de leite de cabra são escassos.

Neste contexto, visando um maior conhecimento em relação às características do leite de cabra para produção de sorvete, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características do leite de cabra de duas raças diferentes para a produção de sorvete e comparar com o sorvete produzido a partir de leite de vaca.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Composição e propriedades físico-químicas do leite

Amostras de leite de vaca da raça Holandesa foram coletadas no estábulo do setor de Bovinocultura de Leite da Universidade Federal de Viçosa. Leite de cabra das raças Pardo-Alpina e Saanen foram coletados no setor de Caprinocultura da mesma instituição. O leite bovino e caprino foi analisado em relação à densidade, crioscopia, teor de gordura, de proteína e de extrato seco desengordurado (ESD), conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68/06 (BRASIL, 2006). As análises foram realizadas em três repetições, com duplicatas.

Capacidade espumante

A capacidade espumante dos diferentes tipos de leite foi avaliada seguindo metodologia proposta por Silva et al. (2013), com algumas modificações. Emulsificante comercial foi adicionado (0,5%, m/v) em 100 mL de leite bovino e caprino de diferentes raças. As amostras foram batidas em batedeira na velocidade média por 3 minutos. A espuma formada foi imediatamente transferida para uma proveta e o

volume foi registrado. A porcentagem do aumento de volume foi calculada pela expressão:

$$\%\, aumento\, de\, volume = \frac{(V_f - V_0)}{V_0} x100$$

V_f onde é V_0 o volume (mL) antes do batimento e é o volume (mL) após o batimento.

Determinação do volume molar parcial de monoestearato de sorbitana no leite

Suspensões de monoestearato de sorbitana em água e em leite caprino e bovino foram preparadas em diferentes concentrações, variando de 1,8 x 10^{-3} a 1,8 x 10^{-2}mol.L^{-1}. Medidas da densidade destas suspensões foram realizadas utilizando um densímetro digital modelo DMA 5.000 (Anton Paar), em temperatura controlada a 25ºC.

A partir dos dados de densidade, foi calculado o volume molar aparente e o volume molar parcial do emulsificante nos diferentes tipos de leite, conforme descrito por Guggenheim (1955).

Estabilidade da emulsão leite/óleo vegetal

A estabilidade da emulsão óleo/água foi avaliada de acordo com Zhang et al. (2013), com modificações. Misturaram-se 125 mL de óleo vegetal com 375 mL de leite no agitador Ultra-turrax (500 rpm e agitador tipo pá), durante 5 minutos. A emulsão formada foi imediatamente transferida para uma proveta de 500 mL e mantida em repouso a 25 ºC ± 2 ºC e a 8 ºC ± 2 ºC. A separação de fases foi registrada de 5 em 5 minutos.

Formulação dos sorvetes

Os sorvetes foram preparados com leite de vaca da raça Holandesa e leite de cabra das raças Pardo-Alpina e Saanen. Foram testadas formulações idênticas de sorvete de chocolate, apenas variando o tipo de leite. As quantidades utilizadas nas formulações foram: 44,9% leite integral caprino ou bovino, 6,8% de leite em pó integral caprino ou bovino, 14,3% de açúcar refinado, 2,2% de cacau em pó sem açúcar, 30,6% de creme de leite (25% de gordura), 0,7% de liga neutra e 0,5% de EMUSTAB®. As formulações foram preparadas em três repetições.

As etapas envolvidas na preparação dos sorvetes estão mostradas esquematicamente na Figura 1.

Análise do teor de gordura dos sorvetes

A determinação da gordura dos sorvetes produzidos foi realizada pelo método de Roese-Gottlieb de acordo com Pereira et al. (2012).

Análise do perfil de textura dos sorvetes

As análises de textura foram analisadas pelo método de TPA (Texture Profile Analysis – Análise do Perfil de Textura) utilizando a Máquina Universal de Testes (Instron), de acordo com Aime et al. (2001).

As amostras de sorvete foram colocadas em recipientes de polietileno, com diâmetro de 30 mm e altura de 45 mm e levadas ao freezer (-18 ºC), até o momento das análises. Foram empregados os seguintes parâmetros: probe cilíndrica com 1,2 cm de diâmetro, velocidade de penetração da probe de 2 $mm.s^{-1}$, distância de penetração de 25 mm e temperatura de 20 ºC. Foram analisados os atributos primários de dureza, adesividade, elasticidade e o atributo secundário gomosidade.

Teste de derretimento dos sorvetes

O teste foi realizado a 25 ºC ± 2 ºC, de acordo com o procedimento descrito por Granger et al. (2005) com algumas modificações. Amostras de sorvete de 100 mL foram colocadas em congelador, em seguida foram transferidas para uma tela metálica.

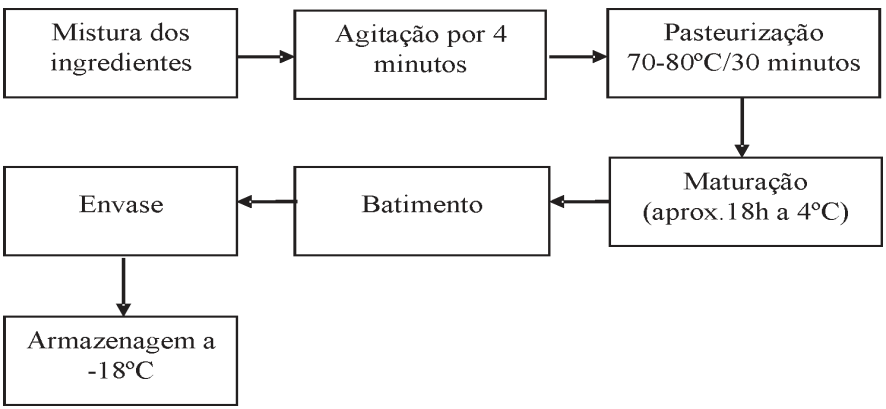


Figura 1– Fluxograma de elaboração dos sorvetes de leite de vaca e cabra

O volume do sorvete drenado foi registrado a cada cinco minutos em uma balança. A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos do tempo em função do volume derretido. Foi utilizada regressão linear para determinar o tempo inicial de derretimento e a velocidade de derretimento a partir da interseção da reta com o eixo x e da inclinação da reta, respectivamente. Paralelamente, foi realizado o registro fotográfico das amostras a cada 10 minutos.

Análise sensorial dos sorvetes

A avaliação da aceitabilidade sensorial das amostras de sorvetes foi realizada por 40 consumidores de sorvetenão treinados, com idade variando de 17 a 54 anos. As amostras foram servidas em cabines individuais, com luz branca, de forma monádica, em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Os consumidores avaliaram as amostras em relação à impressão global, utilizando a escala hedônica de nove pontos, com escala decrescente: (9) gostei extremamente; (8) gostei muito; (7) gostei moderadamente; (6) gostei ligeiramente; (5) não gostei, nem desgostei; (4) desgostei ligeiramente; (3) desgostei moderadamente; (2) desgostei muito e (1) desgostei extremamente (REIS; MINIM, 2006). Os resultados foram analisados por meio de Análise de Variância.

Análises estatísticas

Os experimentos foram realizados seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os resultados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição e propriedades do leite caprino e bovino

As amostras de leite caprino e bovino encontraram-se de acordo com a legislação vigente em relação à composição e às propriedades físico-químicas. Além disso, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre o leite de vaca e o leite de cabra para estes parâmetros, exceto para a crioscopia. Os maiores valores, em módulo, para a crioscopia do leite caprino indicam uma maior presença de sólidos solúveis, uma vez que a crioscopia é uma propriedade físico-química coligativa e, portanto, depende principalmente do número de partículas em solução. Estes resultados estão coerentes, uma vez que, de acordo com Silanikove et al. (2010), o leite de cabra apresenta um maior teor de sais solúveis comparado ao leite bovino.

A ausência de diferença quantitativa entre o leite de vaca e o leite de cabra em relação aos principais constituintes e às propriedades físico-químicas (Tabela 1) sugere a potencialidade de utilização do leite caprino para a produção de sorvete.

A capacidade espumante foi maior ($p<0,05$) nas amostras de leite bovino, sugerindo maior capacidade de incorporação de ar neste tipo de leite. A capacidade de formar espumas estáveis está relacionada com a adsorção das moléculas de emulsificante na interface leite/ar. Portanto, é possível afirmar que nas amostras de leite de cabra, as moléculas de emulsificante adsorveram preferencialmente na interface de outros constituintes do leite, reduzindo a capacidade de formar espuma destas amostras.

Volume molar parcial de emulsificantes no leite caprino e bovino.

O volume molar parcial do emulsificante foi negativo e manteve-se constante em água, indicando que as interações entre o emulsificante e as moléculas de água são favoráveis e provocam a contração do volume. Por outro lado, na presença dos diferentes tipos de leite, o volume molar parcial tornou-se positivo, sugerindo que na presença de leite, as moléculas de monoestearato de sorbitana (MS) interagem com outras moléculas do leite, provavelmente hidrofóbicas, provocando a expansão do volume (Figura 2).

Verificou-se também que o comportamento do volume molar parcial do MS foi similar nas diferentes amostras de leite, com exceção do leite de cabra Pardo-Alpina. De acordo com Silanikove et al. (2010), mesmo não havendo diferença nos teores de lipídeos entre as amostras estudadas, sabe-se que o perfil lipídico do leite pode variar, principalmente, em razão da espécie e da alimentação do animal. Assim, sugere-se que na interface dos glóbulos de gordura do leite de cabra Pardo-Alpina, há uma composição lipídica diferente das demais amostras de leite, provavelmente moléculas menos hidrofóbicas que tornam o volume molar parcial do MS no leite de cabra Pardo-Alpina mais próximo do volume parcial do MS na água.

Tabela. 1 – Composição e propriedades do leite caprino e bovino de diferentes raças.

Raças	Densidade (g/mL)	Crioscopia (°H)	Proteína (%)	Gordura (%)	ESD(%)	Capacidade espumante (%)
Cabra Saanen	1,0310[a]	-0,580[a]	3,27[a]	4,30[a]	8,88[a]	136,7[b]
Cabra Pardo-Alpina	1,0315[a]	-0,580[a]	3,09[a]	3,97[a]	8,93[a]	131,7[b]
Vaca Holandesa	1,0317[a]	-0,547[b]	3,22[a]	3,87[a]	8,95[a]	170,0[a]

Valores com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

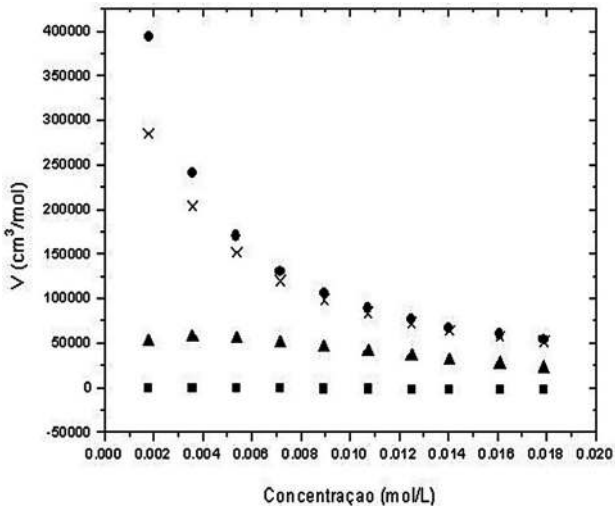


Figura 2 – Volume molar parcial do monoestearato de sorbitana em água (■), leite de vaca Holandesa (●), leite de cabra Pardo-Alpina (▲) e leite de cabra Saanen (x), a 25 ºC.

Os resultados desta análise são inéditos e importantes do ponto de vista científico, pois auxiliaram na compreensão das interações entre o emulsificante, que é um ingrediente essencial na fabricação de sorvetes, com os constituintes dos diferentes tipos de leite. Além disso, a interpretação dos resultados do volume molar parcial do emulsificante nas amostras de leite fornece informações importantes do ponto de vista tecnológico e industrial, demonstrando o potencial da utilização do leite de cabra para fabricação de sorvetes, uma vez que houve interação do emulsificante com as moléculas hidrofóbicas presentes no leite de ambas as raças de cabra, principalmente os lipídeos, favorecendo a formação da emulsão necessária na fabricação de sorvete.

Estabilidade da emulsão leite/óleo vegetal

As Figuras 3 e 4 ilustram os resultados da estabilidade da emulsão leite/óleo vegetal nas temperaturas de refrigeração e ambiente, respectivamente. As equações dos modelos ajustados para o perfil de desestabilização das emulsões estão demonstradas nas Tabelas 2 e 3, para as temperaturas de refrigeração e ambiente, respectivamente.

É possível observar que não houve diferença ($p>0,05$) entre os perfis de desestabilização das emulsões preparadas com os diferentes tipos de leite nas duas temperaturas de análise. Nos primeiros 20 minutos de análise, verificou-se grande variação de volume da fase oleosa, seguida de estabilização

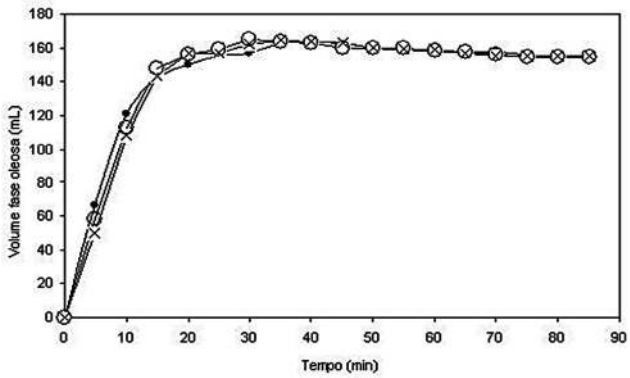


Figura 3 – Volume da fase oleosa em emulsões com leite de vaca Holandesa (●), leite de cabra Pardo-Alpina (○) e leite de cabra Saanen (x), em temperatura de refrigeração (8 ºC ± 2 ºC).

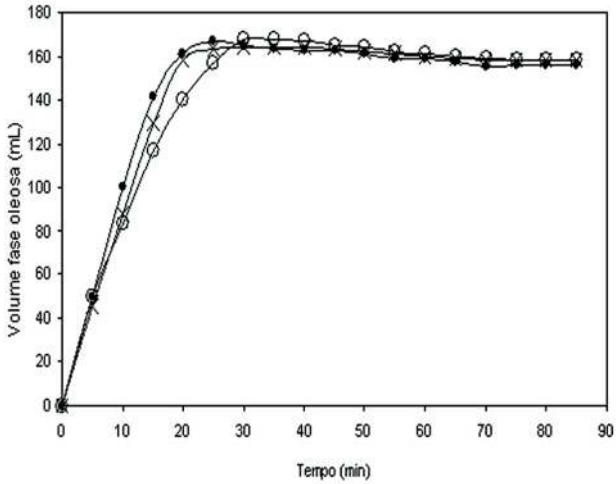


Figura 4 – Volume da fase oleosa em emulsões com leite de vaca Holandesa (●), leite de cabra Pardo-Alpina (○) e leite de cabra Saanen (x), em temperatura ambiente (25 ºC ± 2ºC).

até 90 min. Estes resultados indicam que a emulsão formada por óleo e os diferentes tipos de leite é um sistema coloidal instável e, portanto, há necessidade de adicionar emulsificantes visando à redução da tensão interfacial para a manutenção da emulsão. Gunning et al. (1986) verificaram que o aumento da concentração de emulsificantes foi capaz de prolongar o tempo de agregação das fases em uma emulsão de óleo em água.

Análises dos sorvetes produzidos

Teor de gordura dos sorvetes

Os sorvetes produzidos com os diferentes tipos de leite apresentaram teores de gordura dentro do esperado. Além disso, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os teores de gordura dos sorvetes, sendo, 9,07%, 8,31% e 9,45% de gordura no sorvete de leite de cabra Pardo-Alpina, de cabra Saanen e de vaca Holandesa, respectivamente. A gordura favorece a qualidade do sorvete por melhorar suas características sensoriais, proporcionando melhor sabor e textura mais macia e cremosa, também contribui para a resistência à fusão do sorvete (MÉNDEZ-VELASCO; GOFF, 2012).

Análise do Perfil de Textura dos sorvetes

A textura do sorvete está relacionada com a sua estrutura e composição. Observou-se que não houve diferença ($p>0,05$) entre os parâmetros analisados para os diferentes tipos de leite de cabra. No entanto, a dureza e a gomosidade foram diferentes para o leite de vaca (Tabela 4).

A dureza é definida como a força requerida para comprimir o sorvete entre os dentes molares ou entre a língua e o palato, dando um ponto de deformação ou penetração, enquanto a gomosidade é definida como

Tabela 2 – Equações da estabilização da emulsão leite/óleo vegetal em temperatura de refrigeração

Raças	Equações	R2
Cabra Saanen	$y = -3E\text{-}05x^4 + 0,0056x^3 - 0,4480x^2 + 14,695x - 2,8580$	$R^2 = 0,9904$
Cabra Pardo-Alpina	$y = -3E\text{-}05x^4 + 0,0062x^3 - 0,4782x^2 + 15,128x - 0,3668$	$R^2 = 0,9923$
Vaca Holandesa	$y = -3E\text{-}05x^4 + 0,0061x^3 - 0,4622x^2 + 14,465x + 5,0775$	$R^2 = 0,9867$

Tabela 3 – Equações da estabilização da emulsão leite/óleo vegetal em temperatura ambiente

Raças	Equações	R2
Cabra Saanen	$y = -2E\text{-}05x^4 + 0,0044x^3 - 0,3788x^2 + 13,659x - 6,3718$	$R^2 = 0,9908$
Cabra Pardo-Alpina	$y = -9E\text{-}06x^4 + 0,0027x^3 - 0,2760x^2 + 11,588x - 1,9936$	$R^2 = 0,9975$
Vaca Holandesa	$y = -2E\text{-}05x^4 + 0,0055x^3 - 0,4487x^2 + 14,912x - 5,1159$	$R^2 = 0,9916$

a energia necessária para desintegrar uma porção de sorvete, tornando-o apto a ser deglutido.

Estes resultados indicam que estes parâmetros estão provavelmente relacionados com a diferença entre o perfil lipídico do leite de vaca e de cabra. A presença de ácidos graxos de cadeias maiores pode aumentar a dureza do produto lácteo gorduroso e, de acordo com Maia et al. (2006) no leite de cabra há, aproximadamente, o dobro de ácidos graxos de cadeia curta em comparação ao leite de vaca.

Derretimento dos sorvetes

O comportamento dos sorvetes durante o derretimento foi analisado por meio do acompanhamento do gráfico do tempo versus volume de sorvete drenado (Figura 5), registro visual das amostras (Figura 6), além dos parâmetros tempo inicial e velocidade de derretimento (Tabela 5).

A regressão linear permitiu obter equações para o derretimento dos sorvetes de produzidos. A partir destas relações, observou-se que os sorvetes de leite de cabra não apresentaram diferença ($p>0,05$) no tempo inicial de derretimento e na velocidade de derretimento comparado ao de vaca (Tabela 5), sugerindo o potencial da utilização do leite de cabra de ambas as raças estudadas para a produção de sorvetes, o que permite maior versatilidade para a indústria de sorvete em relação à matéria-prima.Estes resultados foram semelhantes ao obtidos por Correia et al. (2008). Como o derretimento do sorvete está principalmente relacionado com a estrutura formada pela rede gordurosa, pode-se concluir que independentemente do tipo de leite utilizado na formulação, houve a formação de uma rede gordurosa a partir dos glóbulos de gordura parcialmente coalescidos, o que reduziu a taxa de derretimento dos sorvetes.

O registro visual das amostras durante o derretimento (Figura 7) fornece subsídios para acompanhar o colapso da estrutura e complementa a interpretação da Figura 6. Observa-se que as amostras de sorvetes produzidos apresentaram comportamento similar entre si, tanto no registro visual quanto no volume de sorvete drenado com o tempo.

Do ponto de vista físico, o sorvete é um sistema multifásico complexo, no qual bolhas de ar, glóbulos de gordura parcialmente coalescidos e cristais de gelo estão dispersos em uma solução viscosa. Esses elementos formam uma rede tridimensional responsável pela estrutura do sorvete. Durante o derretimento, dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada. No entanto, mesmo após o derretimento do gelo, o sorvete não derrete completamente até que sua estrutura entre em colapso (BARBOSA et al., 2010).

Tabela 4 – Resultados da Análise de Perfil de Textura (TPA) dos sorvetes de leite caprino e bovino de diferentes raças.

Raças	Dureza (N)	Elasticidade (mm)	Gomosidade (N)	Adesividade (J)
Cabra Saanen	198,06[a]	20,90[a]	16,40[a]	-0,04[a]
Cabra Pardo-Alpina	279,26[a]	24,81[a]	19,30[a]	-0,06[a]
Vaca Holandesa	399,98[b]	23,28[a]	30,88[b]	-0,13[a]

Valores com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

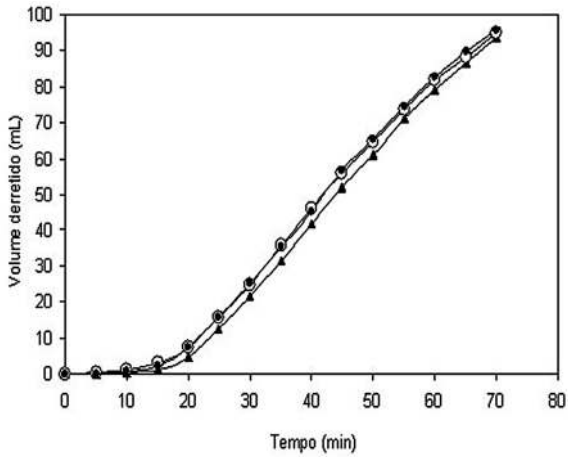


Figura 5 – Derretimento dos sorvetes elaborados com leite de vaca Holandesa (▲), leite de cabra Pardo-Alpina (●) e leite de cabra Saanen (○), a 25 ºC.

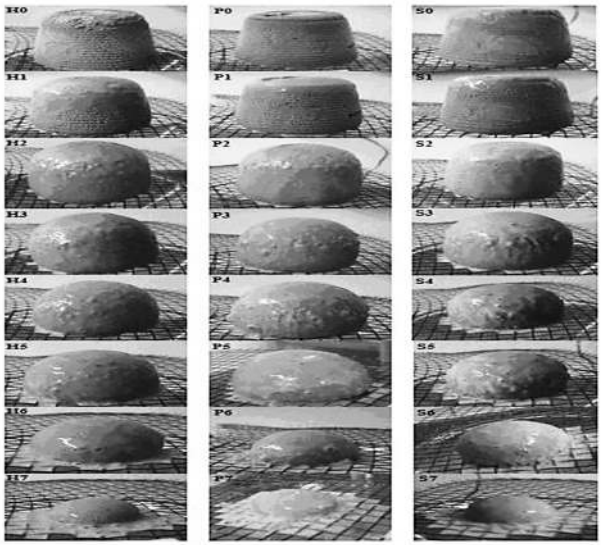


Figura 6 – Comportamento das amostras durante teste de derretimento. Sorvete de leite de Vaca Holandesa nos tempos 0 (H0), 10 minutos (H1), 20 minutos (H2), 30 minutos (H3), 40 minutos (H4), 50 minutos (H5), 60 minutos (H6), e 70 minutos (H7). Sorvete de leite de Cabra Pardo-Alpina nos tempos 0 (P0), 10 minutos (P1), 20 minutos (P2), 30 minutos (P3), 40 minutos (P4), 50 minutos (P5), 60 minutos (P6), e 70 minutos (P7). Sorvete de leite de Cabra Saanen nos tempos 0 (S0), 10 minutos (S1), 20 minutos (S2), 30 minutos (S3), 40 minutos (S4), 50 minutos (S5), 60 minutos (S6), e 70 minutos (S7).

Tabela 5 – Parâmetros tempo inicial, velocidade de derretimento e equações do comportamento de derretimento dos sorvetes de leite caprino e bovino.

Raças	Tempo inicial de derretimento (min)	Velocidade de derretimento (mL.min-1)	Equações
Cabra Pardo-Alpina	9,5[a]	1,56[a]	y = 1,56x - 14,75 R^2 = 0,97
Cabra Saanen	9,3[a]	1,54[a]	y = 1,54x - 14,25 R^2 = 0,97
Vaca Holandesa	10,5[a]	1,51[a]	y = 1,51x - 15,82 R^2 = 0,96

Valores com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O fenômeno do derretimento é influenciado por vários fatores, entre eles as interações lipídicas e a cristalização da gordura, tipo e concentração deemulsificante, além do diâmetro dos glóbulos de gordura, indicando a extensão de desestabilização e coalescência parcial ocorrida durante a fabricação do sorvete (CORREIA et al., 2008; RECHSTEINER, 2009).

Análise sensorial dos sorvetes

Os sorvetes produzidos apresentaram boa aceitação sensorial, entre os termos "gostei moderadamente" e "gostei muito". A nota média de aceitação para o sorvete de leite de cabra Pardo-Alpina foi de 6,95 e para o sorvete de leite de cabra Saanen, a média foi 7,0. O sorvete de leite de vaca Holandesa obteve a maior nota média de 7,80. No entanto, não houve diferença significativa ($p>0,05$) na aceitação entre os sorvetes, o que indica que o leite de cabra apresenta potencial para a produção de sorvetes, sendo uma alternativa para indivíduos alérgicos às proteínas do leite bovino,uma vez que o leite de cabra possui menor teor de αS1-caseína quando comparado com o leite de vaca.

A aceitação sensorial de sorvete está relacionada a fatores ligados ao sabor e à textura (Aime et al., 2001).

Com base nos resultados obtidos pela análise do perfil de textura no presente trabalho, pode-se inferir que os parâmetros de dureza e gomosidade não influenciaram na aceitação do sorvete feito a partir de leite de cabra. Isto pode ter ocorrido porque a capacidade espumante do leite de vaca foi maior do que a do leite de cabra, o que aponta para um maior conteúdo de ar no sorvete feito a partir do leite bovino. Esta maior quantidade de ar incorporada provavelmente compensou a maior dureza proporcionada pela maior quantidade de ácidos graxos de cadeia longa presentes no leite de vaca. Consequentemente, não houve diferença ($p>0,05$) na aceitação dos sorvetes.

4 CONCLUSÕES

O leite de cabra possui algumas características de composição e propriedades físico-químicas diferentes do leite de vaca. Entretanto, estas diferenças não interferiram na capacidade de formação da estrutura coloidal característica do sorvete.

Os sorvetes produzidos com leite de cabra mostraram comportamento de derretimento similar ao sorvete feito a partir de leite de vaca.

Os sorvetes produzidos a partir de leite de cabra das raças Pardo-Alpina e Saanen apresentaram menor dureza e gomosidade comparado ao leite de vaca. Todavia, estas características de textura não influenciaram na aceitação sensorial destes sorvetes comparados com o sorvete de leite de vaca.

O leite de cabra é uma alternativa ao leite de vaca para a produção de sorvete com boas propriedades tecnológicas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIME, D. B. et al. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream productos. **Food Research International, Toronto**, v. 34, n.2-3, p. 237–249, 2001.

BARBOSA, A. S. et al. Avaliação do Perfil Microbiológico de Gelados Comestíveis Comercializado em Campina Grande – PB. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 63-79, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p.8.

CORDEIRO, P. R. C.; CORDEIRO, A. G. P. C. Agronegócio do leite de cabra no Brasil e no exterior. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 1., 2011, Viçosa. **Anais**... Viçosa: UFV, 2011. p. 1-11.

CORREIA, R. T. P. et al. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n.2, p. 251-256, 2008.

GRANGER, C. et al. Influence of formulation on structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, Oxford, v.15, n.3, p. 255-262, 2005.

GUGGENHEIM, E. A. **Physicochemical calculations**. New York: Interscience Publishers, 1955. 491p.

GUNNING, P. A. et al. Stability of oil-in-water emulsions.The effect of dispersed phase and polysaccharide on creaming. **Colloids and Surfaces**, Amsterdam,v. 20, n. 1-2, p. 65-80, 1986.

MAIA, F.J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 35, n.4, p. 1504-1513, 2006.

MÉNDEZ-VELASCO, C.; GOFF, H. D. Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 24, n.1, p. 33-39, 2012.

PANDYA, A.J., GHODKE, K.M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 68, n.1-2, p. 193–206, 2007.

PARK, Y.W. Goat milk products: quality, composition, processing, marketing. In: POND, W.G., BELL, A.W. (Eds.).**Encyclopedia of Animal Science**. New York: CRP Press, 2005. p. 478–481.

PEREIRA, G. G. et al. Influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de frozenyogurt de morango. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 675-686, 2012.

RECHSTEINER, M. S. **Desenvolvimento de Amidos Fosfatados de Batata doce e Mandioca e Aplicação Como Substitutos de Gordura em Sorvetes**. 2009. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, 2009.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV, 2006. cap. 3, p. 67-83.

RIBEIRO, A. C., RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 89, n.2-3, p. 225–233, 2010.

SANZ-SAMPELAYO, M. R. et al. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 68, n.1-2, p. 42–63, 2007.

SILANIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 89, n.2-3, p. 110–124, 2010.

SILVA, N. N. et al. pH-induced demineralization of casein micelles modifies their physico-chemical and foaming properties. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 32, n.2, p. 322–330, 2013.

ZHANG, X., LIU, J., FAN, Z. Stability of etofenprox in water emulsion induced by block copolymer and surfactant. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, Amsterdam, v. 422, n.1, p. 191-198, 2013.