

## Caracterização de iogurte de leite de ovelha in natura e saborizado com mirtilo (*Vaccinium myrtillus*)

### RESUMO

O reconhecimento e aceitação dos derivados do leite de ovelha tem aumentado e estimulado a oferta de novos produtos no mercado nacional. O iogurte é considerado um importante derivado de leite de ovelha classificado como alimento funcional. Geralmente são utilizadas polpas de frutas e geleias para saborização do iogurte. Este trabalho teve por objetivo avaliar o iogurte de leite de ovelha saborizado com mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) por meio de análises microbiológicas, sensoriais e físico-químicas a fim de determinar sua aceitabilidade após o preparo bem como suas características físico-químicas durante 55 dias de armazenamento. Observou-se decréscimo no valor de pH e aumento na acidez decorrente do processo de pós-acidificação. Em relação aos valores de  $L^*$ , houve uma redução da luminosidade a partir de 30 dias de armazenamento e um aumento após 50 dias. Os parâmetros de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , não tiveram diferença significativa ao longo de 50 dias de armazenamento do produto embalado e refrigerado. A análise sensorial mostrou que o iogurte com 25% de polpa de mirtilo apresentou 64% de preferência e houve 100% de intenção de consumo desse iogurte pelos julgadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Leite de ovelha. Alimento funcional. Iogurte. Mirtilo. Pós-acidificação.

#### Jociane Mior

[jocianemior@hotmail.com](mailto:jocianemior@hotmail.com)

Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

#### Zuleica Novello

[zuleicanovello@gmail.com](mailto:zuleicanovello@gmail.com)

Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

#### Andréia Zilio Dinon

[deiazildi@yahoo.com.br](mailto:deiazildi@yahoo.com.br)

Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O leite de ovelha in natura é fonte essencial de cálcio e proteína de alta qualidade quando comparado com o leite de outras espécies, como o leite bovino e o caprino. Também possui maior teor de gordura e 40% mais proteínas que o leite bovino, além de maiores teores de cálcio, ferro, magnésio, zinco, tiamina, riboflavina, vitamina B6, vitamina B12, vitamina D, ácidos graxos de cadeia média e curta, ácidos graxos monoinsaturados, ácido linolênico e aminoácidos essenciais (PARK et al., 2007; TAMIME et al., 2011).

O reconhecimento e a aceitação dos derivados do leite de ovelha pelos consumidores têm aumentado e estimulado o interesse pelo desenvolvimento de diferentes produtos, como queijos, iogurtes e bebidas lácteas (MILANI e WENDORFF, 2011; TAMIME et al., 2011). Sendo assim, a produção de derivados lácteos, como o iogurte, é uma alternativa viável para o aproveitamento do leite de ovelha.

O iogurte é classificado como um alimento funcional e seu consumo regular pode reduzir as chances de ocorrência de doenças cardiovasculares, osteoporose e problemas intestinais. Na produção do iogurte podem ser utilizados leites de diversas espécies animais, inclusive o leite de ovelha (BRANDÃO, 2002).

De acordo com a Instrução Normativa nº. 46 (BRASIL, 2007), entende-se por iogurte, yogur ou yoghurt, o produto adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica, mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. A fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* sub sp. *bulgaricus*, aos quais podem ser acrescentadas outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para determinar as características do produto final (BRASIL, 2007).

O iogurte está sujeito a alterações microbiológicas e físico-químicas e deve ser submetido a análises para estabelecer sua vida útil em condições adequadas ao consumo humano. Há vantagens econômicas na extensão da vida de útil do produto, entretanto, durante o período de validade, o alimento deve atender às exigências de qualidade determinadas pela legislação vigente (COELHO et al., 2009).

O iogurte pode ainda ser enriquecido com leite em pó, proteínas, vitaminas e minerais. Também pode ser produzido com baixo teor ou isento de gordura e até mesmo associado a uma variedade de frutas (RODAS et al., 2001).

As frutas desempenham papel muito importante na alimentação, pois são fontes naturais de nutrientes e podem ser adicionadas ao iogurte. O mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) é um pequeno fruto originário da América do Norte, conhecido como blueberry, e ganhou destaque devido as suas propriedades medicinais. Ele é rico em pigmentos antocianicos, substâncias de alto poder antioxidante, e pode prevenir doenças degenerativas (SEERAM, 2008; VRHOVSEK et al., 2012). Além disso, apresenta sabor exclusivo e forte coloração que são fatores atrativos para o consumidor.

O mirtilheiro produz frutos com diâmetro entre 8 e 22 mm, sabor agridoce, com diversas propriedades nutraceuticas e alto potencial antioxidante, em função da presença de compostos fenólicos. O mirtilo pode ser empregado tanto em pratos doces como salgados quanto no consumo “in natura” (KALT et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o iogurte de leite de ovelha saborizado com mirtilo por meio de análises físico-químicas e sensoriais a fim de determinar sua aceitabilidade logo após o preparo bem como suas características químicas ao longo de 55 dias de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para as análises físico-químicas e sensoriais foi constituído de iogurte integral de leite de ovelhas da raça Lacaune, fornecido pela Cabanha Chapecó (Chapecó, Santa Catarina, Brasil) e frutos congelados de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) fornecidos pela Niceberry Frutas e Grãos do Brasil Ltda (Itá, Santa Catarina, Brasil).

### PREPARO DO IOGURTE

O iogurte foi preparado a partir do leite de ovelha pasteurizado a 90 °C por 10 minutos e a seguir resfriado a 42°C. Foi utilizada a cultura de microrganismos termófilos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* YF L812 (Christian Hansen), conforme orientações do fabricante. A fermentação ocorreu por 5 horas a 42 °C até atingir o pH 4,6. Após 15 dias de preparo, o iogurte foi saborizado com mirtilo.

### PREPARO DA POLPA PARA O IOGURTE

A polpa de mirtilo para adição no iogurte foi preparada a partir de 1,0 g de frutos de mirtilo adicionados de 0,7g de açúcar e 5,0 mL de água. Todos os ingredientes foram misturados e sofreram tratamento térmico a temperatura aproximada de 80 °C por 10 minutos. A seguir, a polpa foi resfriada a temperatura ambiente e misturada com o iogurte a fim de obter três diferentes formulações nas respectivas proporções de 15g, 20g e 25g de polpa de mirtilo em 100g de iogurte. Os iogurtes foram armazenados em embalagem individual de plástico e fechados com papel alumínio e tampa. Não foi adicionado nenhum tipo de conservante.

### ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As amostras foram submetidas às análises de determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 35 °C e *Staphylococcus aureus* conforme procedimento descrito na Instrução Normativa n°62 (BRASIL, 2003). A partir da amostra de 25g de iogurte diluída em 225mL de água peptonada 0,1%, foram realizadas três diluições seriadas, sendo 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>, da amostra inicial em água peptonada seguida por inoculação da amostra em Caldo Lauril Triptose (LST). As amostras foram incubadas em estufa a 35 °C por 24 a 48 horas a fim de determinar o NMP de coliformes.

A determinação de *Staphylococcus aureus* foi realizada a partir da mesma diluição da amostra feita para coliformes, inoculada em placas de Petrifilm contendo ágar Baird-Parker (BP) e incubada em estufa a 35 °C por 24 a 48 horas (BRASIL, 2003).

Essas análises foram realizadas com o iogurte in natura antes da saborização com mirtilo.

#### ANÁLISE SENSORIAL

A aceitabilidade das amostras saborizadas com 15%, 20% e 25% de polpa de mirtilo foi avaliada, logo após o preparo e saborização do iogurte, por meio do teste de ordenação de preferência a partir da identificação da amostra “mais preferida” e “menos preferida”. A frequência de consumo do iogurte sabor mirtilo também foi avaliada pelos julgadores por meio da escala estruturada mista de 5 pontos, sendo 1= consumiria diariamente e 5 = não consumiria.

O modelo de formulário utilizado para a análise sensorial está representado nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Questionário de frequência de consumo do iogurte para análise do perfil e seleção de julgadores

Nome: _____ Data: __/__/__.
Idade: _____. Sexo: ( ) masculino ( ) feminino
<b>Você está sendo convidado a participar de uma análise sensorial de iogurte de leite de ovelha sabor mirtilo. Por favor, responda as questões abaixo:</b>
Você consome iogurte? SIM _____ NÃO _____
Com que frequência?
2 ou mais vezes por semana _____
1 vez por semana _____
1 vez por mês _____
Menos de 1 vez por mês _____

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Figura 2 - Formulário utilizado para análise sensorial

<b>ANÁLISE DE PREFERÊNCIA</b> Você está recebendo três amostras codificadas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e avalie na ordem crescente de sua preferência.
Código da amostra: _____ (menos preferida) _____ (mais preferida)
Comentários:
<b>INTENÇÃO DE CONSUMO</b> Você consumiria a amostra selecionada como mais preferida com que frequência?
1 vez por semana _____
1 vez por mês _____
Menos de 1 vez por mês _____
Não consumiria _____
Comentários:

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

As amostras foram avaliadas por 50 julgadores não treinados, sendo 40 mulheres e 10 homens, com idade entre 18 e 41 anos, todos consumidores de iogurte. As amostras foram servidas à temperatura aproximada de 15 °C, em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de 3 dígitos, acompanhadas de um copo de 100 mL com água para enxágue bucal entre as degustações. Todos os julgadores avaliaram o produto em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e foram orientados a provarem as amostras da esquerda para a direita e marcarem na ficha o código da amostra avaliada.

#### ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO IOGURTE IN NATURA

As análises físico-químicas realizadas para o iogurte fabricado com leite de ovelha in natura foram pH, acidez titulável e gordura. Todas as análises foram realizadas em duplicata e conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) para leite fermentado.

A determinação do pH foi realizada a partir de uma amostra de 10g do iogurte diluído em 100mL de água destilada. O pH foi medido diretamente com um potenciômetro (pHB 500), previamente calibrado com solução tampão pH 4,0 e 7,0.

A acidez titulável foi determinada a partir de uma amostra de 10g do iogurte diluído em 10 mL de água destilada e titulado com NaOH 0,1M, até o aparecimento da coloração rósea persistente, utilizando a solução de fenolftaleína a 1% como indicador.

O teor de gordura foi determinado pelo método de Gerber a partir de 10g de amostra diluída em 30 mL de água destilada. Sendo transferido para um lactobutirômetro 10 mL de ácido sulfúrico, 11 mL de amostra diluída e 1 mL de álcool isoamílico, homogeneizado e centrifugado por 5 minutos.

#### AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE ARMAZENAMENTO

A avaliação do comportamento e da estabilidade do iogurte com melhor aceitação sensorial foi baseada nas análises das características de cor, pH e acidez que foram medidas a cada 5 dias a partir do ponto 1 (15 dias de armazenamento) até o ponto 9 (55 dias de armazenamento) do iogurte embalado e armazenado sob temperatura de refrigeração de  $5 \pm 2$  °C. A análise de estabilidade da cor das amostras foi realizada em colorímetro (Mini Scan Modelo EZ). O resultado da cor foi expresso com a média de 5 medidas de cor obtidas no mesmo dia para a mesma amostra. As análises de pH e acidez titulável foram realizadas em duplicata e de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), conforme procedimento anteriormente descrito.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 95% de confiança, utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

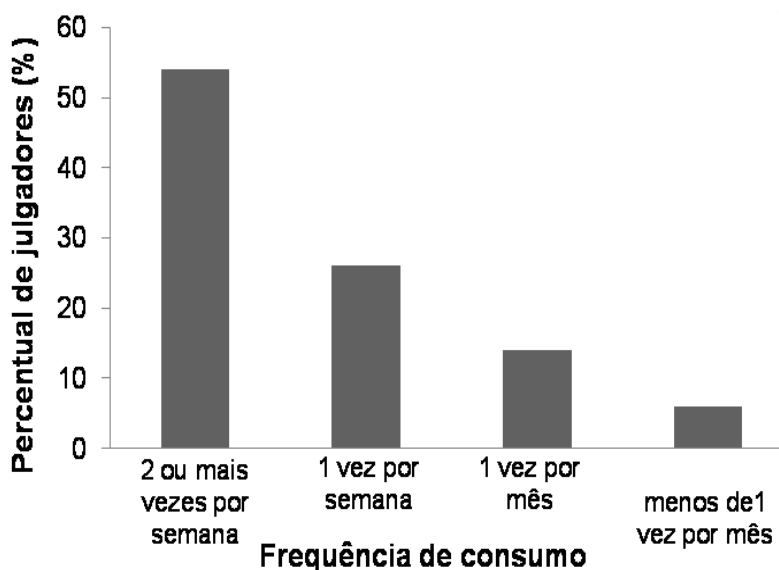
### CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO IOGURTE *IN NATURA*

A contagem de Coliformes a 35 °C apresentou resultado < 4,0 NMP/g para o iogurte de ovelha in natura, considerado dentro do limite permitido pela legislação vigente que é de no máximo 100 NMP/g (BRASIL, 2007). O resultado para *Staphylococcus aureus* foi negativo e também está de acordo com a legislação vigente que não permite a presença desse microrganismo em produtos lácteos fermentados (BRASIL, 2007). Os dados obtidos comprovaram a qualidade da matéria prima e das boas práticas de fabricação que permitiram obter um produto final em conformidade com os padrões exigidos pela legislação vigente.

### CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DO IOGURTE SABOR MIRTILO

A partir dos resultados obtidos pelo teste de aceitação sensorial, dos 50 julgadores que responderam à questão sobre frequência de consumo de iogurte, 54% consumiam iogurte duas ou mais vezes por semana e apenas 6% consumiam menos de uma vez por mês (Figura 3).

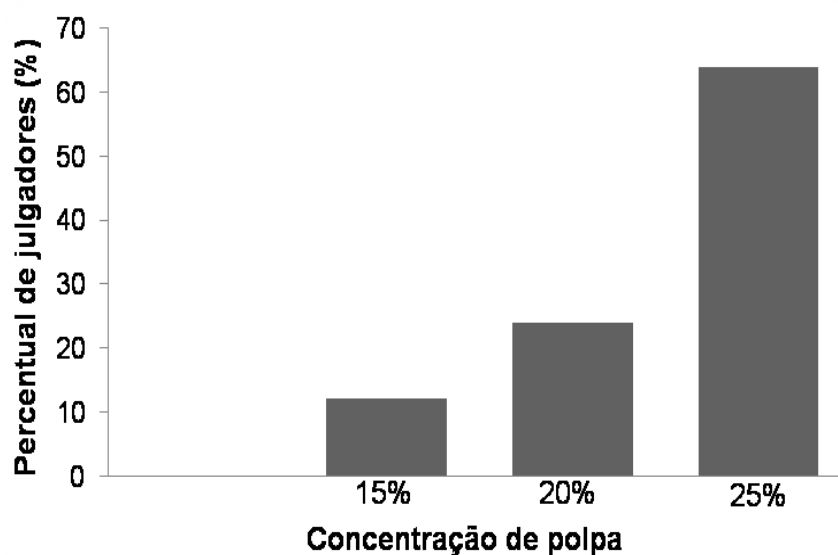
Figura 3 – Resultados do questionário de frequência de consumo de iogurte



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Em relação a preferência entre as amostras, os resultados obtidos estão na Figura 4. Conforme a Figura 4, observa-se que o iogurte saborizado com 25% de polpa de mirtilo foi o preferido por 64% dos julgadores. Esta amostra pode ter sido a mais preferida, pois possuía cor e sabor característicos do mirtilo. A amostra com 15% de concentração de polpa foi a menos preferida, com apenas 12% de preferência. Esse resultado pode ter sido devido à amostra com 15% de polpa apresentar um sabor mais acentuado e caráter do iogurte de ovelha in natura.

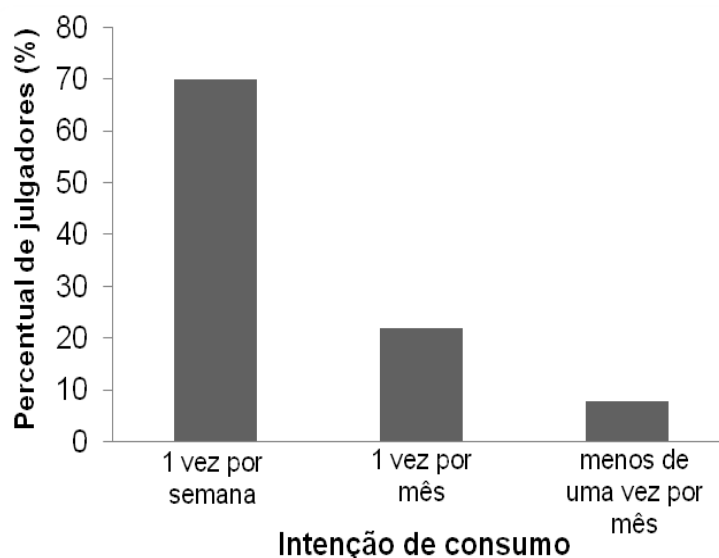
Figura 4 - Preferência de consumo de iogurte de leite de ovelha saborizado com diferentes concentrações de polpa de mirtilo



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

A Figura 5 mostra a intenção de consumo do iogurte de leite de ovelha saborizado com polpa de mirtilo.

Figura 5 – Intenção de consumo do iogurte sabor mirtilo



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Um total de 70% dos provadores, afirmaram que consumiriam o iogurte sabor mirtilo uma vez por semana, 22% consumiriam uma vez por mês e apenas 8% consumiriam menos de uma vez por mês (Figura 5).

Sendo assim, houve aceitação do produto e intenção de consumo por 100% dos provadores.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO IOGURTE DE LEITE DE OVELHA *IN NATURA*

Os valores encontrados para a composição físico-química do iogurte de leite de ovelha *in natura*, sem adição de calda, analisado no 15<sup>o</sup> dia de armazenamento a partir da análise em duplicata foram: acidez titulável  $1,3 \pm 0,1\%$ , pH  $4,6 \pm 0,1$  e gordura  $5,5 \pm 0,1\%$ .

Serafeimidou et al. (2013), encontrou valores de acidez titulável para o iogurte de leite de ovelha que variaram de 1,17% a 1,29%, respectivamente, no primeiro e no décimo quarto dia de vida útil do iogurte. O valor de acidez titulável encontrado no presente estudo (1,3%) foi superior aos valores encontrados por Cunha Neto et al. (2005) e Borges et al. (2009) em análises de iogurtes de leite de búfala que foram, respectivamente, 1,13% e 0,98%. Contudo, a amostra apresentou um valor em conformidade com o limite permitido pela legislação brasileira para produtos fermentados, que é de 0,6 g a 1,5 g de ácido láctico/100g de iogurte (BRASIL, 2007). Sieber et al. (2004), comprovou que diferenças de acidez titulável estão diretamente relacionadas a qualidade da matéria prima, bem como a velocidade de processos fermentativos e enzimáticos. Conforme Thamer e Penna (2006), a acidez também exerce grande influência sobre os atributos de qualidade e aceitação de produtos lácteos.

O valor de pH implica na atividade metabólica das bactérias e pode favorecer a um determinado grupo em detrimento de outro. No caso da fermentação do iogurte, bactérias do gênero *Lactobacillus* crescem e toleram valores de pH mais baixos do que as pertencentes ao gênero *Streptococcus* (ZOURARI et al., 1992; WALSTRA et al., 1999). Observa-se que o pH abaixo de 4,9 permite a formação de gel característico de iogurte. No entanto, quando a fermentação prossegue até pH 4,6 ocorre um aumento na estabilidade do produto (ANTUNES, 2004). No presente trabalho foi encontrado um valor de pH 4,6, o que sugere esta estabilidade. Esse valor foi próximo ao valor de pH 4,25 encontrado para o iogurte de leite de ovelha por Katsiari et al. (2002).

Em relação ao percentual de gordura, a amostra apresentou o valor de 5,5% que está em conformidade com o limite estabelecido pela legislação brasileira que admite valores entre 3,0 a 5,9% de gordura (BRASIL, 2007). Cunha Neto et al. (2005), obteve 6,8% de gordura para o iogurte integral de leite de búfala, valor considerado acima do permitido pela legislação. Serafeimidou et al. (2013) obteve resultados que variaram de 5,28% a 4,86% de gordura para o iogurte de leite bovino e 6,08% a 6,24% para o iogurte de leite de ovelha. Os valores de gordura encontrados no iogurte bovino foram inferiores aos encontrados no iogurte de ovelha e próximos aos encontrados no presente estudo. Essa diferença ocorre porque o leite de ovelha integral apresenta maior teor de gordura em sua composição natural em comparação ao leite bovino (PARK et al., 2007).

## ESTABILIDADE DE ARMAZENAMENTO

A Tabela 1 apresenta os valores de pH e acidez titulável (% g ácido láctico/100g de amostra) obtidos para o iogurte de leite de ovelha durante o armazenamento.



Tabela 1 – Variação do pH e da acidez titulável ao longo do armazenamento do iogurte de leite de ovelha saborizado com 25% de polpa de mirtilo

Pontos***	pH	Acidez (%)
1	4,5 ± 0,01 <sup>d</sup>	1,2 ± 0,14 <sup>a</sup>
2	4,3 ± 0,07 <sup>c</sup>	1,2 ± 0,07 <sup>a</sup>
3	4,1 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,3 ± 0,14 <sup>a</sup>
4	4,0 ± 0,03 <sup>a,b</sup>	1,4 ± 0,14 <sup>a</sup>
5	4,0 ± 0,03 <sup>a,b</sup>	1,4 ± 0,17 <sup>a</sup>
6	4,0 ± 0,01 <sup>a,b</sup>	1,4 ± 0,07 <sup>a</sup>
7	3,9 ± 0,01 <sup>a,b</sup>	1,5 ± 0,06 <sup>a</sup>
8	3,9 ± 0,04 <sup>a,b</sup>	1,6 ± 0,21 <sup>a</sup>
9	3,9 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,7 ± 0,03 <sup>a</sup>

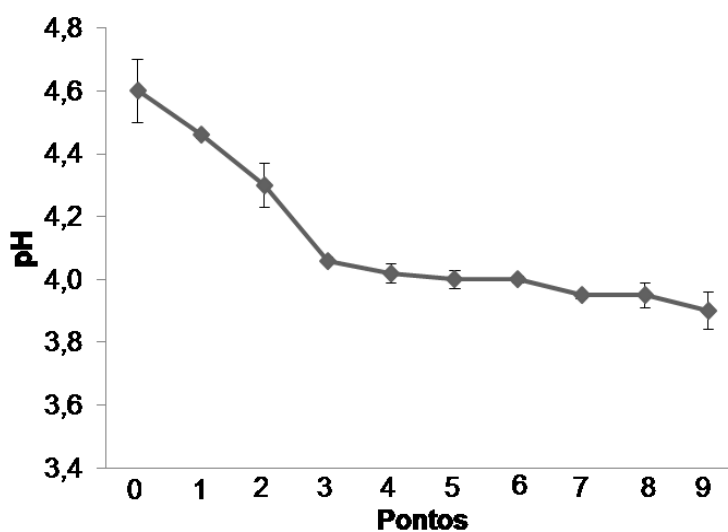
\*Média ± desvio padrão das amostras em duplicata. \*\*Médias com letras diferentes nas colunas diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). Acidez (%) = g ácido láctico/100g amostra. \*\*\*Pontos:(1)15 dias;(2)20 dias;(3) 25 dias;(4) 30 dias; (5) 35 dias;(6) 40 dias;(7) 45 dias;(8) 50 dias;(9) 55 dias após a fabricação do iogurte.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Conforme a Tabela 1 é possível observar que o pH do iogurte de mirtilo diminuiu ao longo do período de armazenamento. Essa redução foi significativa ( $p < 0,05$ ) para o iogurte de mirtilo nos pontos 0, 1 e 2. Não houve diferença significativa para o pH obtido do ponto 3 até o ponto 9 ( $p > 0,05$ ). A partir do ponto 1, a acidez titulável aumentou ao longo do período de armazenamento, mas não foi observada nenhuma diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ).

Na Figura 6, é possível observar um perfil decrescente no valor do pH que variou de 4,46 no ponto 1 para 3,90 no ponto 9, depois de 55 dias de armazenamento do iogurte saborizado e refrigerado.

Figura 6 - Variação do pH durante o armazenamento do iogurte



\*Pontos: (0) iogurte *in natura*; (1) 15 dias; (2) 20 dias; (3) 25 dias; (4) 30 dias; (5) 35 dias; (6) 40 dias; (7) 45 dias; (8) 50 dias; (9) 55 dias após o armazenamento do iogurte saborizado refrigerado.

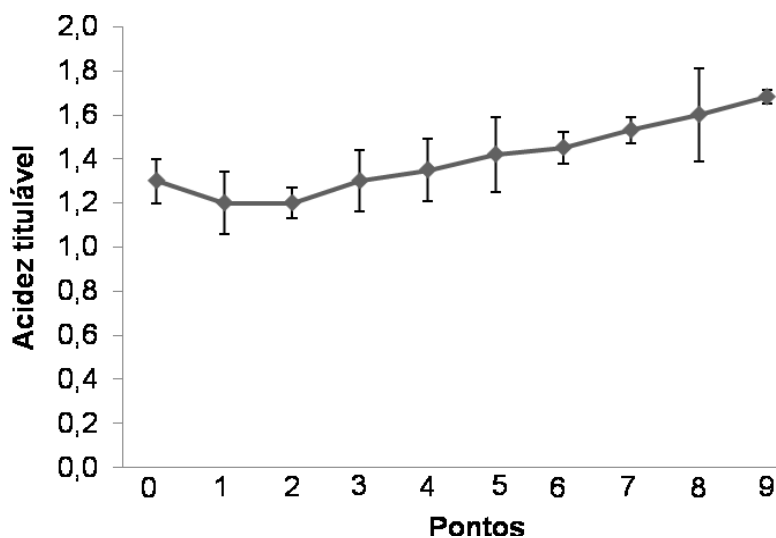
Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Estudo com iogurte bovino adicionado de cultura probiótica e saborizado com diferentes polpas de frutas comprovou a redução do pH médio de 4,45 para 4,25 nas primeiras semanas de armazenamento de todos os iogurtes. A redução dos valores de pH foi mais acentuada até o 21º dia de armazenamento e variou conforme o tipo e a concentração de polpa de fruta utilizada (KAILASAPAT et al., 2008). Resultado semelhante foi observado no presente trabalho com redução significativa do pH a partir do ponto 1 (Figura 6). Isso pode ter ocorrido porque os microrganismos presentes em iogurtes continuam viáveis e em fase de multiplicação, o que resulta em acidificação do meio, mesmo quando o produto é mantido sob temperatura de refrigeração. Alterações do pH do iogurte podem ocorrer por diferenças no crescimento microbiano e na atividade enzimática de bactérias ácido-lácticas presentes no iogurte (SIEBER et al., 2004). Além disso, a pós-acidificação do iogurte armazenado pode comprometer a qualidade do mesmo.

Valores de pH entre 4,4 e 4,0 são considerados ideais para o iogurte uma vez que o produto, nesta faixa de pH, não apresenta sabor excessivamente amargo ou ácido. Portanto, o valor de pH e o teor de acidez são parâmetros de qualidade essenciais para avaliar a vida útil do iogurte (SIVIERI et al., 2002).

Os dados de acidez titulável obtidos durante o período de 55 dias de armazenamento do iogurte estão na Figura 7.

Figura 7 - Variação da acidez titulável durante o período de armazenamento do iogurte sob refrigeração



\*Pontos: (0) iogurte *in natura*; (1) 15 dias; (2) 20 dias; (3) 25 dias; (4) 30 dias; (5) 35 dias; (6) 40 dias; (7) 45 dias; (8) 50 dias; (9) 55 dias após o armazenamento do iogurte saborizado refrigerado. \*\*Acidez titulável em %, g ácido láctico/100g.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Conforme observado na Figura 7, a acidez titulável do iogurte *in natura* reduziu após a saborização e manteve-se estável no valor de 1,2% entre os pontos 1 e 2, ou seja, até 20 dias após o armazenamento do iogurte refrigerado. A partir dos pontos 3 a 9, observou-se um aumento crescente da acidez ao longo do período de armazenamento, sendo obtido o valor de 1,7% de acidez titulável após 55 dias de armazenamento do produto sob refrigeração (Figura 7). A legislação brasileira estabelece o limite de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/100g para produtos

fermentados (BRASIL, 2007). Sendo assim, a acidez titulável atingiu o limite máximo estabelecido pela legislação a partir do ponto 8, o que indica que a acidez foi aceitável até 50 dias após o armazenamento do iogurte saborizado.

A medida que houve a redução do pH, foi observado o aumento da acidez titulável, devido ao processo de pós-acidificação (Figuras 6 e 7). Kailasaphaty et al. (2008), denominaram pós-acidificação o incremento na acidez após o período de incubação do iogurte, ou seja, desde o resfriamento até o consumo. Segundo esses autores, a acidez varia, durante a estocagem, em maior ou menor grau, dependendo da acidez inicial, da temperatura de armazenamento e do poder acidificante da cultura.

Segundo Beal et al. (1999), os iogurtes estão sujeitos ao decréscimo de pH e aumento da acidez durante a estocagem refrigerada devido à persistente atividade das bactérias no produto. Conforme Gueimonde et al. (2004), entre os fatores que influenciam no pH estão a temperatura de armazenagem e a permeabilidade do oxigênio através da embalagem. Também o aumento da acidez durante a armazenagem é devido a produção de ácidos e peróxidos pelas bactérias presentes no iogurte. Assim, esses fatores provavelmente contribuíram para o aumento da acidez titulável encontrada no iogurte avaliado no presente estudo.

A Tabela 2 apresenta os valores médios e desvio padrão dos parâmetros de luminosidade ( $L^*$ ) e de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) utilizados para a determinação da cor do iogurte de mirtilo durante o período de armazenamento.

Tabela 2 - Parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para o iogurte de mirtilo durante o armazenamento

Pontos	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	40,5 ± 5,68 <sup>b,c</sup>	8,0 ± 0,58 <sup>a,b,c</sup>	-0,9 ± 0,26 <sup>a,b,c</sup>
2	40,5 ± 0,91 <sup>b,c</sup>	11,2 ± 0,44 <sup>e</sup>	- 1,5 ± 0,67 <sup>e</sup>
3	38,2 ± 1,53 <sup>b,d</sup>	8,0 ± 0,75 <sup>a,b,c</sup>	- 0,9 ± 0,55 <sup>a,b,c</sup>
4	32,0 ± 1,01 <sup>a</sup>	7,0 ± 1,17 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,21 <sup>a</sup>
5	33,2 ± 0,93 <sup>a,d</sup>	7,3 ± 0,47 <sup>a,b</sup>	1,6 ± 0,71 <sup>a,b</sup>
6	44,2 ± 0,92 <sup>c</sup>	9,1 ± 0,12 <sup>c,d</sup>	2,2 ± 0,07 <sup>c,d</sup>
7	32,6 ± 3,16 <sup>a</sup>	7,8 ± 0,49 <sup>a,b</sup>	1,1 ± 0,40 <sup>a,b</sup>
8	50,6 ± 1,05 <sup>e</sup>	8,3 ± 0,12 <sup>b,c</sup>	2,4 ± 0,29 <sup>b,c</sup>
9	50,4 ± 1,47 <sup>e</sup>	10,1 ± 0,12 <sup>d,e</sup>	1,6 ± 0,24 <sup>d,e</sup>

\*Média ± desvio padrão das amostras em quintuplicata. \*\*Médias com letras diferentes nas colunas diferem significativamente ( $p > 0,05$ ). \*\*\*Pontos: (1) 15 dias; (2) 20 dias; (3) 25 dias; (4) 30 dias; (5) 35 dias; (6) 40 dias; (7) 45 dias; (8) 50 dias; (9) 55 dias após o armazenamento do iogurte saborizado refrigerado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

O parâmetro  $L^*$  indica a luminosidade e pode variar entre zero (0) e cem (100), sendo denominado preto e branco, respectivamente. É possível observar que não houve variação da luminosidade ( $L^*$ ) nas análises realizadas nos pontos 1, 2 e 3 ( $p > 0,05$ ). Também não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os pontos 4, 5 e 7 e entre os pontos 8 e 9. Houve uma redução da luminosidade a partir do ponto 4 e um aumento após o ponto 8.

A redução nos valores de  $L^*$  provavelmente ocorre devido a incorporação de ingredientes ao iogurte, como fibras, caseinato de cálcio e açúcar, que favorecem a absorção e a redução da água livre em função do aumento de sólidos totais.

Isso resulta em uma menor sinérese durante a estocagem do produto e, conseqüentemente, uma menor reflexão de luz (GARCÍA-PÉREZ et al., 2005). Neste estudo, foram incorporados ao iogurte fibras e açúcar presentes na calda de saborização preparada com o mirtilo.

Ao contrário da redução e posterior aumento do valor de  $L^*$  encontrado nesse estudo, Scibisz et al. (2012), observou aumento da luminosidade durante o armazenamento de iogurte elaborado com polpa de mirtilo provavelmente devido a conversão do cátion flavilium presente na antocianina na sua forma incolor. Contudo, a redução da luminosidade no presente estudo pode ser relacionada a degradação de antocianinas e cianidinas presentes na polpa de mirtilo pela ação da enzima polifenoloxidase (SRIVASTATA et al., 2007) que resultaram em diferentes produtos de degradação e afetaram diretamente a luminosidade. Segundo García-Pérez et al. (2005) o aumento dos valores de  $L^*$  também pode ocorrer em virtude da refrigeração do iogurte depois da fermentação.

As coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  indicam as direções das cores, desta forma,  $a^* > 0$  é a direção do vermelho,  $a^* < 0$  é a direção do verde;  $b^* > 0$  é a direção do amarelo e  $b^* < 0$  é a direção do azul (MINOLTA, 1994).

Em relação aos valores de  $a^*$  observa-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para os pontos 1, 3, 4, 5 e 7. Porém, houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os pontos 2, 6, 8 e 9. Contudo, em relação ao ponto 1, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) até o ponto 8, o que indica a estabilidade da cor em direção ao vermelho ( $a^* > 0$ ).

Em relação aos valores de  $b^*$  observa-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em relação ao ponto 1 até o ponto 8. Contudo, foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o ponto 2 e para o ponto 9 em relação ao ponto 1. A mudança de valores de  $b^* < 0$  para valores de  $b^* > 0$  mostram a tendência de perda da coloração azul em direção ao amarelo.

A partir do ponto 8 houve um aumento significativo para todos os parâmetros ( $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), o que indica a mudança significativa das características de cor da amostra inicial. Os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  foram os que apresentaram menor variação do ponto 1 ao ponto 8.

O parâmetro  $a^*$  manteve-se positivo seguindo a coloração vermelha enquanto o parâmetro  $b^*$ , até o ponto 3 era negativo seguindo para a cor azul e após o ponto 3 tornou-se positivo, direcionado para a cor amarela. Estes resultados ocorreram em virtude da cor do mirtilo ser vermelho intenso, porém os frutos utilizados para obtenção da polpa não eram frutos frescos e sim congelados e isso pode ter resultado em mudanças da cor. Um fator que influencia a cor do produto é a cor dos ingredientes utilizados em sua fabricação (ARYANA e MCGREW, 2007).

Segundo García-Pérez et al. (2005), em um estudo da cor do iogurte, não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  até 120 a 150 minutos de fermentação, a seguir, os valores de  $L^*$  iniciaram um declínio e os valores de  $a^*$  e  $b^*$  um aumento. Neste estudo, concluiu-se que a cor no iogurte está diretamente relacionada ao pH do produto final.

As antocianinas são os principais pigmentos responsáveis pela cor do mirtilo e apresentam coloração vermelho intensa em  $pH < 3$  (RODRIGUES et al., 2007). Aumentando-se o pH da solução, essa coloração tende a desaparecer tornando

as soluções incolores na faixa de pH entre 4 e 5. As soluções contendo antocianinas em pH acima de 7,0, gradualmente mudam a coloração de tonalidade azul para amarela. A taxa de degradação das antocianinas é profundamente afetada pelo pH e o aumento da acidez favorece a estabilidade desse pigmento (SRIVASTATA et al., 2007).

Rodrigues et al. (2007), Scibisz et al. (2012) e Reque et al. (2014), registraram a degradação de antocianinas do mirtilo em função do tempo de armazenamento e da exposição a elevadas temperaturas. Dessa forma, no presente trabalho, mudanças do pH e da acidez titulável também explicam as alterações de cor observadas para o iogurte de mirtilo ao longo do período de armazenamento.

## CONCLUSÃO

Os resultados das análises físico-químicas de acidez titulável, pH e gordura do iogurte in natura apresentaram-se em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação brasileira e pela literatura.

Houve decréscimo nos valores de pH e aumento da acidez titulável durante o período de armazenamento do iogurte, o que caracteriza o processo de pós-acidificação do produto. A luminosidade ( $L^*$ ) aumentou a partir do ponto 8, em função de alterações do pH e da acidez titulável durante esse período. O parâmetro de cromaticidade  $a^*$  apresentou menor variação em relação ao parâmetro  $b^*$  para as análises realizadas do ponto 1 ao ponto 8.

A partir da análise sensorial, foi possível observar que o iogurte com 15% de polpa de mirtilo foi o de menor preferência em relação ao sabor, por apresentar um sabor mais forte e característico do iogurte de leite de ovelha in natura.

O iogurte de ovelha saborizado com 25% de mirtilo obteve a melhor aceitação sensorial e manteve as características de pH, acidez e cor adequadas durante os primeiros 45 dias de armazenamento.

# Characterization of sheep's milk yoghurt in natura and flavored with blueberry (*Vaccinium myrtillus*)

## ABSTRACT

The recognition and acceptance of dairy sheep has increased and stimulated the supply of new products in the domestic market. Yoghurt is a functional food that has been considered an important derivative of milk. Generally, fruit pulps and jams have been used to give flavor to the yoghurt. This work aimed to evaluate the sheep's milk yoghurt flavored with blueberry (*Vaccinium myrtillus*). The yoghurt was evaluated through microbiological, sensory and physicochemical analysis in order to determine its acceptability immediately after preparation as well as its physicochemical characteristics during 55 days of storage. It was observed a decrease in pH and an increase in titratable acidity due to the post-acidification process. Regarding the values of luminosity (L \*), there was a reduction in brightness after 30 days and an increase after 50 days of storage. The chromaticity parameters a \* and b \* had no significant difference after 50 days of storage of the packaged and refrigerated product. Sensory analysis showed 64% of preference and 100% of consume intention for the sheep's milk yoghurt flavored with 25% of blueberry pulp.

**KEYWORDS:** Sheep's milk. Functional food. Yoghurt. Blueberry. Post acidification.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. E. C. **Influência do concentrado proteico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurtes naturais desnatados**. 219 f. 2004. Tese de Doutorado (Doutora em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.

ARYANA, K. J.; MCGREW, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. **LWT – Food Science and Technology**, v. 40, n. 10, p. 1808-1814, 2007.

BEAL, C., SKOKANOVA, J., LATRILLE, E., MARTIN, N., CORRIEU, G. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 4, p. 673-681, 1999.  
[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75283-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75283-5)

BORGES, K. C.; MEDEIROS, A. C. L.; CORREIA, R. T. P. Iogurte de leite de búfala sabor cajá (*Spondias lutea* L.): caracterização físico-química e aceitação sensorial entre indivíduos de 11 a 16 anos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 295-300, 2009.

BRANDÃO, S. C. C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 37, p. 64-66, 2002.

BRASIL, Instrução Normativa Nº 62 de 26 de agosto de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2003.

BRASIL, Instrução Normativa Nº 46 de 23 de outubro de 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 2007.

COELHO, F. J. O.; QUEVEDO, P. S.; MENIN, A.; TIM, M, C. D. Avaliação do prazo de validade do iogurte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1155-1160, 2009.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 25, v. 3, p. 448-453, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300010>

GARCÍA-PÉREZ, F. J.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS, E.; PÉREZALVAREZ, J. A.; SENDRA, E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. **Industrial Applications**, v. 30, n. 6, p. 457-463, 2005. <http://dx.doi.org/10.1002/col.20158>

GUEIMONDE, M.; DELGADO, S.; MAYO, B.; RUAS-MADIEDO, P.; MARGOLLES, A.; REYES-GAVISAN, C. G. Viability and diversity of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* population included in commercial fermented milks. **Food Research International**, v. 37, p. 839-850, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.006>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

KAILASAPATHY, K.; HARMSTORF, I.; PHILLIPS, M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *Lactis* in stirred fruit yogurts. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, p. 1317-1322, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.009>

KALT, W.; JOSEPH, J. A.; SHUKITT-HALE, B. Blueberries and human health: a review of current research. **Journal of the American Pomological Society**, v.61, p.151-160, 2007. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00367-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00367-3)

KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P.; KONDYLI, E. Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk. **Food Chemistry**, v. 77, p. 413-420, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00367-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00367-3)

MILANI, F. X.; WENDORFF, W. L. Goat and sheep milk products in the United States (USA). **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 134-139, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.033>

MINOLTA. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. MINOLTA Co. Ltd., 1994.

PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physical-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88-113, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>

REQUE, P. M.; ROSANA, S. S.; JABLONSKI, A.; FLORES, S. H.; RIOS, A. O.; JONG, E. V. Cold storage of blueberry (*Vaccinium spp*) fruits and juice: anthocyanin stability and antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, p. 11-116, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.007>



RODAS, M. A. de B.; RODRIGUES, R. M. M. S.; SAKUMA, H.; TAVARES, L. Z.; SGARBI, C. R.; LOÉS, W. C. C. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 304- 309, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612001000300009>

RODRIGUES, S. A.; GULARTE, M. A.; PEREIRA, E. R. B.; BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de *topping* de mirtilo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 09-27, 2007.

SAS BUSINESS ANALYTICS SOFTWARE. SAS user's guide: statistics. Cary, 2014.

SCIBISZ, I.; ZIARNO, M.; MITEK, M.; ZAREBA, D. Effect of probiotic cultures on the stability of anthocyanin's in blueberry yoghurts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 49, p. 208-212, 2012.

SEERAM, N.P. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities and the impact of their intake on human health, performance and disease. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 627-629, 2008. <http://dx.doi.org/10.1021/jf071988k>

SERAPEIMIDOU, A.; ZLATANOS, S.; KRITIKOS, G.; TOURIANIS, A. Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, p. 24-30, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.011>

SIEBER, R.; COLLOMB, M.; AESCHLIMANN, A.; JELEN, P.; EYER, H. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products – a review. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00151-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00151-1)

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com “fat replacers”(Litesse e Dairy-lo). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000100005>

SRIVASTAVA, A.; AKOH, C. C.; YI, W.; FISCHER, J.; KREWER, G. Effect of storage conditions on the biological activity of phenolic compounds of blueberry extract packed in glass bottles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 2705-2713, 2007. <http://dx.doi.org/10.1021/jf062914w>

TAMIME, A. Y.; WSZOLEK, M.; BOZANIC, R.; OZER, B. Popular ovine and caprine fermented milks. **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 2-16, 2011.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.021>

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 589-595, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000300017>

VRHOVSEK, U.; MASUERO, D.; PALMIERI, L.; MATTIVI, F. Identification and quantification of flavonol glycosides in cultivated blue berry cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 25, p. 9-16, 2012.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2011.04.015>

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VANBOEKEL, M. A. J. Dairy Technology-Principles of milk properties and processes. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.

ZOURARI, A.; ACCOLAS, J. P.; DESMAZEAUD, M. J. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. A review. **Le lait**, v. 72, n. 1, p. 1-34, 1992.

<http://dx.doi.org/10.1051/lait:199211>

**Recebido:** 15 jul. 2014.

**Aprovado:** 31 jul. 2015.

**Publicado:** 30 jun. 2016.

**DOI:** 10.3895/rbta.v10n1.1984

**Como citar:**

MIOR, J.; NOVELLO, Z.; DINON, A. Z. Caracterização de iogurte de leite de ovelha in natura e saborizado com mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p.2004-2021, jan./jun. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Andréia Zilio Dinon

Av. Recife, n. 211, apt. 203, Centro, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

