



**UDESC**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**LIGIA KAREN BORGES**

**DISSERTAÇÃO DE Mestrado  
LEITE E IOGURTE PROVENIENTES DE VACAS  
ALIMENTADAS COM SILAGEM DE MILHO E  
SUBPRODUTO DA BANANA: PROPRIEDADES  
FÍSICO-QUÍMICAS, PERFIL LIPÍDICO, DE  
TEXTURA E ANTIOXIDANTES**

**PINHALZINHO**

**2020**

**LIGIA KAREN BORGES**

**LEITE E IOGURTE PROVENIENTES DE VACAS ALIMENTADAS COM  
SILAGEM DE MILHO E SUBPRODUTO DA BANANA: PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, PERFIL LIPÍDICO, DE TEXTURA E ANTIOXIDANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Ana Luiza Bachmann Schogor

Coorientadora: Elisandra Rigo

**PINHALZINHO**

**2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

BORGES, LIGIA KAREN  
LEITE E IOGURTE PROVENIENTES DE VACAS  
ALIMENTADAS COM SILAGEM DE MILHO E SUBPRODUTO  
DA BANANA: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, PERFIL  
LIPÍDICO, DE TEXTURA E ANTIOXIDANTES / LIGIA KAREN  
BORGES. -- 2020.  
52 p.

Orientadora: Ana Luiza Bachmann Schogor  
Coorientadora: Elisandra Rigo  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Chapecó,  
2020.

1. Ácidos graxos. 2. Banana. 3. Capacidade antioxidante. 4.  
Dieta. I. Schogor, Ana Luiza Bachmann. II. Rigo, Elisandra. III.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação  
Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

**LIGIA KAREN BORGES**

**LEITE E IOGURTE PROVENIENTES DE VACAS ALIMENTADAS COM  
SILAGEM DE MILHO E SUBPRODUTO DA BANANA: PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, PERFIL LIPÍDICO, DE TEXTURA E ANTIOXIDANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.



---

Prof. Ana Luiza Bachmann Schogor

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

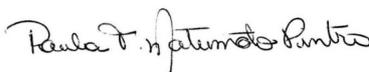
Membros:



---

Prof. Aline Zampar

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC



---

Prof. Paula Toshimi Matumoto-Pintro

Universidade Estadual de Maringá – UEM

**Pinhalzinho, 21 de setembro de 2020.**

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição, a capacidade antioxidante, o perfil lipídico e aceitação sensorial do leite e iogurte elaborado com o leite de vacas Holandesas alimentadas com dietas diferentes, à base de silagem de milho ou com subproduto da banana em substituição parcial à silagem de milho (inclusão de 45,8% da matéria seca da dieta). O leite das vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV) e o leite das vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN) passaram por avaliações físico-químicas (gordura, sólidos totais e não gordurosos, densidade, acidez, pH, lactose, proteínas, cor e cinzas). Posteriormente, foi pasteurizado para fabricação dos iogurtes utilizando fermento láctico (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), os quais foram analisados no período de armazenamento em 1, 7 e 14 dias. A utilização do subproduto da banana na dieta alterou as análises físico-químicas do pH, teor de gordura, lactose, nitrogênio ureico e cor ( $p < 0,05$ ). O perfil de ácidos graxos não diferiu entre os leites ( $p > 0,05$ ) porém houve uma queda significativa de ácidos graxos saturados (AGS) e um aumento dos ácidos graxos ( $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$ ), inclusive os essenciais, e de ácido linoleico conjugado (CLA) para o iogurte do leite oriundo das vacas alimentadas com dieta alternativa (IBAN) comparado ao leite. De modo semelhante, não foram detectadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para atividade antioxidante entre os leites. Foi observado um aumento significativo nos valores de porcentagem de DPPH e no teor de compostos fenólicos nos iogurtes comparados aos leites ( $p < 0,05$ ), principalmente para o IBAN. A análise do perfil de textura mostrou maior índice de adesividade para o iogurte do leite das vacas com dieta convencional (ICONV), após a fermentação, e em relação à dureza o IBAN obteve maior resultado no sétimo dia de armazenamento; porém, no final dos 14 dias não foram observadas diferenças significativas entre os mesmos para todos os parâmetros da textura. O IBAN obteve uma coloração menos amarelada ( $b^*$ ) em todas as análises durante o armazenamento de 14 dias, com diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). O teste sensorial demonstrou que o uso da alimentação alternativa não influenciou, perceptivelmente, o aroma e sabor do leite e do iogurte, resultando em um bom índice de aceitabilidade dos produtos.

**Palavras-chave:** Ácidos graxos. Banana. Capacidade antioxidante. Dietas.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the composition, antioxidant capacity, lipid profile and sensory acceptance of milk and yogurt made with the milk of Holstein cows fed different diets, based on corn silage or with banana by-product in partial replacement of corn silage (inclusion of 45.8% of the dry matter of the diet). The milk of cows fed with corn silage (MCS) and the milk of cows fed with banana by-product (MBS) underwent physico-chemical evaluations (fat, total and non-fat solids, density, acidity, pH, lactose, proteins, color and ashes). Subsequently, it was pasteurized to make yogurts using lactic yeast (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*), which were analyzed during the storage period at 1, 7 and 14 days. The use of the banana by-product in the diet showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for pH, fat content, lactose, urea nitrogen and color. The fatty acid profile (FA) did not differ between the milks ( $p > 0.05$ ), however there was a significant drop in saturated fatty acids (SFA) and an increase in fatty acids ( $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$ ), including essentials, and conjugated linoleic acid (CLA) for milk yogurt from cows fed an alternative diet (YBS) compared to milk. Similarly, for antioxidant activity between the milks, no significant differences were detected ( $p > 0.05$ ). A significant increase was observed in the percentage values of DPPH and in the content of phenolic compounds in yogurts compared to milk, mainly for YBS. The analysis of the texture profile showed a higher adhesion index for milk yogurt from cows with a conventional diet (YCS), after fermentation, and in relation to hardness, YBS obtained the highest result, on the seventh day of storage, but, at the end of 14 days there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) between them for all texture parameters. The YBS obtained a less yellowish color ( $b^*$ ) in all analyzes during 14-day storage, with significant differences for  $p < 0.05$  between treatments. The sensory test demonstrated that the use of alternative food did not perceptibly influence the aroma and flavor of milk and yogurt, resulting in a good acceptability index of the products.

**Keywords:** Fatty acids. Banana. Antioxidant capacity. Diets.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Esquema do método da produção do iogurte.....29
- Figura 2 -Valores de acidez titulável e pH, durante o período de fermentação até atingirem pH 4,9, de iogurtes elaborados com leites oriundos de vacas alimentadas com subproduto da banana (BAN) ou com silagem de milho (CONV).....36
- Figura 3 - Atividade antioxidante em DPPH (%) e teor fenólico (ácido gálico em mg.100g-1) em relação ao leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV), leite oriundo de vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN), para os iogurtes do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN) com período de estocagem de 14 dias.....39
- Figura 4 - Características de textura, do iogurte do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN), dos parâmetros adesividade (mJ), dureza (N), elasticidade (mm), gomosidade (N), coesão e mastigabilidade (mJ) em função dos tratamentos no tempo de armazenamento.....41
- Figura 5 - Microscopia eletrônica de varredura do iogurte elaborado com leite convencional e com leite de vacas alimentadas com subproduto da banana nos períodos de armazenamento de 1 e 14 dias, de ampliação 1000 vezes.....44

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Dietas de vacas Holandesas alimentadas com dieta “convencional” (a base de silagem de milho) ou “alternativa” (substituição parcial de silagem de milho por subproduto da banana).....28
- Tabela 2 - Médias e desvio padrão do pH, acidez titulável, densidade, gordura, lactose, proteína, sólidos totais, sólidos não gordurosos (SNG), nitrogênio uréico no leite (NUL) e Cor L\* a\* b\* do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV) e com Subproduto da banana (LBAN).....33
- Tabela 3 - Resultados do perfil de ácidos graxos (AG) para o leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV), leite oriundo de vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN), para os iogurtes do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN) com período de estocagem de 14 dias.....37
- Tabela 4 - Variações no índice de cor para iogurte oriundo do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e com subproduto de banana (IBAN) durante 14 dias de armazenamento a 4°C.....46

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>LEITE.....</b>	<b>10</b>
1.1	CARACTERÍSTICAS DO SETOR LEITEIRO.....	10
1.2	COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	10
<b>2</b>	<b>IOGURTE.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>NUTRIÇÃO DE RUMINANTES X RESÍDUOS DA</b>	
	<b>AGROINDÚSTRIA.....</b>	<b>13</b>
3.1	USO DE SUB PRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES E SEUS EFEITOS NOS PRODUTOS ANIMAIS.....	14
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
4.1	OBJETIVO GERAL.....	17
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>19</b>
	<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>24</b>
	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>26</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
	Leite bovino.....	27
	Elaboração do iogurte.....	28
	Caracterização físico-química dos iogurtes.....	29
	Determinação da atividade antioxidante por eliminação de radicais livres do DPPH.....	29
	Determinação do teor de compostos fenólicos.....	30
	Análise do perfil de textura.....	30
	Microscopia eletrônica de varredura.....	30
	Análise de perfil de ácidos graxos.....	31
	Análise sensorial.....	32
	Análise Estatística.....	32
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
	Caracterização do leite.....	33
	Fermentação.....	35
	Perfil lipídico.....	37
	Atividade antioxidante.....	39
	Perfil de textura.....	41
	Microscopia eletrônica de varredura.....	43
	Análise de cor.....	45
	Análise sensorial.....	47
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## **CAPÍTULO I**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1 LEITE**

##### **1.1 CARACTERÍSTICAS DO SETOR LEITEIRO**

Segundo Vilela et al. (2017), a aprovação do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), marcou a história da produção leiteira no ano de 1952, quando Getúlio Vargas assinou decreto tornando obrigatória a pasteurização do leite, bem como a inspeção e o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Desde então a produção segue em crescimento expressivo ao longo dos anos. Atualmente a produção nacional não é suficiente tanto para o consumo interno quanto para exportação, bem como não atende ao consumo recomendado pela OMS, de 220 litros por habitante por ano. Segundo dados do IBGE, nos anos de 2017 e 2018, o Brasil voltou a apresentar crescimento na produção de leite, chegando no último ano a 35.539 milhões de toneladas, após ter sofrido queda nos anos de 2015 e 2016 (EMBRAPA, 2019).

A projeção de produção para 2025 aproxima-se de 47,5 milhões de toneladas de leite para atender à população de 219 milhões de pessoas. Seguindo os ocorridos das últimas cinco décadas, certamente haverá crescimento da produção e aumento da escala de produção e, conseqüentemente, redução no número de produtores (VILELA et al., 2015; VILELA et al., 2017).

##### **1.2 COMPOSIÇÃO DO LEITE**

O leite bovino, considerado um alimento equilibrado e nutritivo, torna-se parte integrante da dieta saudável. Conforme o RIISPOA o leite é constituído de gordura (3,0g/100g), proteína (2,9g/100g), lactose (4,3g/100g), sólidos não gordurosos (8,4g/100g), sólidos totais (11,4g/100g) e água (BRASIL, 2017).

Os fatores que interferem na composição do leite são a raça, a alimentação, a temperatura ambiente, infecção da glândula mamária, manejo e intervalo entre as ordenhas, além do estágio de lactação e saúde do animal. A lactose é o principal carboidrato do leite, produzida pelas células epiteliais da glândula mamária; todavia, pequenas quantidades podem ser encontradas como glicose e galactose. A lactose controla o volume de leite produzido na

glândula mamária, atraindo a água do sangue para equilibrar a pressão osmótica. Portanto, a quantidade de água do leite e o volume produzido pela vaca dependem da quantidade de lactose secretada na glândula mamária. Sua concentração no leite varia de 4,7 a 5,2% e é um dos elementos mais estáveis do leite. A principal proteína do leite é a caseína, que apresenta alta qualidade nutricional e é muito importante na fabricação dos queijos e demais produtos lácteos, produzida pelas células secretórias da glândula mamária, a caseína se encontra na forma de micelas, que são agrupamentos de várias moléculas junto ao cálcio, fósforo e outros sais. Além da alta qualidade e valor biológico, as proteínas do leite e diversos peptídeos bioativos resultantes de sua hidrólise enzimática apresentam múltiplos papéis biológicos que podem exercer uma ação protetora na saúde humana (BRITO et al., 2019; PEREIRA, 2014)

O leite bovino contém aproximadamente 3,5 a 5,0 % de lipídios (gotículas esféricas complexas) responsáveis por transportar constituintes lipossolúveis, como vitaminas A, D, E, K e vários compostos voláteis do sabor. Glóbulos de gordura, juntamente com as micelas de caseína, são responsáveis por grande parte das propriedades relativas à consistência e à cor (concentrações de carotenoides) dos produtos lácteos (SINGH, 2019). Lock e Shingfield (2004) afirmaram que o teor de gordura do leite e a composição do perfil de ácidos graxos podem ser significativamente alterados através de diferentes dietas nutricionais de vacas leiteiras. Outros autores também estudaram sobre as alterações no perfil de ácidos graxos do leite em diferentes regiões na China. Essas alterações estavam relacionadas a variações na dieta das vacas leiteiras (YANG et al., 2013)

## **2 IOGURTE**

Nos últimos tempos, o iogurte tem sido alvo de muitos estudos no que se refere aos seus efeitos na saúde, além das culturas utilizadas para sua obtenção, consideradas benéficas e com capacidades probióticas. Conforme a composição do leite será a composição nutritiva do iogurte derivado, além das variáveis incluindo temperatura, duração da exposição ao calor, exposição à luz e condições de armazenamento que também afetam o valor nutricional do produto final (ADOLFSSON et al., 2004). De acordo com os mesmos autores, alterações nos constituintes do leite que ocorrem durante a fermentação com ácido lático, influenciam o valor nutricional e fisiológico do produto, que também é afetada pelas espécies e linhagens de bactérias usadas na fermentação.

O termo "iogurte" refere-se à palavra turca "Jughurt". Isaac Carasso foi a pessoa que começou a produção industrial de iogurte, em 1919, em Barcelona. O método tradicional

antigo da fabricação de iogurte consiste no uso de uma parte do produto do dia anterior adicionada ao leite fresco como inóculo inicial da próxima produção (BEHARE et al., 2016). Atualmente, embora os procedimentos e regulamentos padrões atuais exijam a adição de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* como cultura inicial a ser usada na produção de iogurte por causa de sua relação simbiótica, outras culturas ou combinações foram sugeridas ao longo do tempo, sendo que culturas adjuntas e probióticos também podem ser adicionados ao iogurte (KAYANUSH et al., 2017). Dentre seus benefícios, Adolfsson et al. (2004) ressaltam o bom desempenho desse derivado diante do leite em relação a concentrações de lactose, que por conter menores concentrações, é melhor tolerado pelas pessoas com má digestão da lactose; e ainda, o iogurte contém bactérias como *L. bulgaricus* e *S. thermophilus* que expressavam lactase funcional, a enzima que decompõe a lactose. Estudos mostram também que bactérias lácticas alteram valores de ácidos graxos livres, através de lipólise no processo de fermentação. Testes com leite controle, que não possuía bactérias lácticas, não mostraram alterações no acúmulo de ácido graxo livre durante a fermentação, já o leite adicionado destas, foi obtido mais acúmulo de ácidos graxos livres a partir da fermentação do leite armazenado a frio pelas bactérias do ácido láctico (COŞKUN & ONDÜL, 2004).

Com o objetivo de investigar fatores importantes que contribuem para a alta estabilidade oxidativa do iogurte, com ênfase particular nos possíveis efeitos antioxidantes dos peptídeos liberados durante a fermentação, Farvin et al. (2010) verificaram que as frações de menor peso molecular são antioxidantes mais eficazes que as frações de maior peso molecular na redução do estresse oxidativo do óleo de peixe incorporado no iogurte. Nesse mesmo contexto, Power, Jakeman e FitzGerald (2013), isolaram vários peptídeos bioativos, a partir de produtos lácteos fermentados, e certificaram que a maioria deles é produzida durante o processo de fermentação e estes possuem forte atividade antioxidante.

Outro fator que pode ser avaliado como característica do iogurte é a formação do gel. Defeitos na formação de gel resultando em alterações na textura de produtos lácteos com adição de soro, foram estudados por Gauche et al. (2009) em que o índice de consistência dos iogurtes foi aumentado nas amostras submetidas ao tratamento enzimático da transglutaminase, e houve uma redução de 31% na sinérese em relação às amostras controle, resultando em um aumento significativo em quase todos os parâmetros de textura analisados.

Alternativas para baixar custos, como redução de gordura em iogurte, também tem sido associadas a possíveis defeitos na textura. Além disso, as quantidades dos ingredientes usados para atingir o total de sólidos desejado, podem desencadear alterações como excesso

de acidez pela fermentação da lactose, maior sinérese, textura granulada e firmeza excessiva (GUZMAN-GONZALEZ, MORAIS & AMIGO, 2000). Análises de microscopia eletrônica de varredura realizada por Sandoval-Castilla et al. (2004), mostraram que a matriz proteica dos iogurtes com baixo teor de gordura e sem substitutos de gordura apresentaram estruturas diferentes, menos densos e mais abertos do que as amostras testadas com substitutos comerciais de gordura, como o concentrado de proteína de soro de leite, proteína de soro de leite micronizada e amido de tapioca.

### **3 NUTRIÇÃO DE RUMINANTES X RESÍDUOS DA AGROINDUSTRIA**

Pesquisas apontam como prioridade a realização de experimentos compartilhados com universidades e empresas de nutrição, a fim de recomendar com segurança o uso de misturas de alimentos disponíveis regionalmente no trato de bovinos de leite (EMBRAPA, 2019). Vários estudos têm surgido com objetivos de apresentarem alimentações alternativas para ruminantes a partir de resíduos de produção industrial, considerados subprodutos, principalmente de origem vegetal, uma vez que maioria dos produtos de origem animal são proibidos na alimentação destas espécies. Segundo Silva e Jorge (2014), parte do material fresco dos resíduos industriais, que são rejeitados durante o processamento na indústria de alimentos, a exemplo de indústrias de suco e polpa, cujos resíduos seriam então o bagaço, as cascas e as sementes, são ricos em nutrientes como açúcares, vitaminas, minerais, fibras, óleos, e outros compostos com propriedades funcionais devem ser investigados. Sol et al. (2016) afirmaram que muitos coprodutos, também chamados de subprodutos, têm potencial como alimento para animais. Os resíduos estão sendo aproveitados para incorporação na alimentação animal, e algumas delas são ricas em proteínas, açúcares solúveis, fibras digestíveis, minerais e vitaminas, e têm um grande potencial como alimento para animais.

Pouco se tem informações sobre resíduos específicos e suas propriedades funcionais. Conte (2017), estudou a viabilidade de resíduos de banana da variedade Nanica e afirmou que a utilização dos resíduos industriais depende além de sua qualidade, também do custo pago pelo mesmo. Desta forma, a inclusão do subproduto da banana (SB) nas dietas de vacas leiteiras, reduziu em 22,53% o custo por litro de leite produzido, referente ao custo da dieta controle. O menor custo, e conseqüentemente o melhor índice de eficiência econômica estão relacionados principalmente ao custo do kg da matéria seca do SB em relação à silagem de milho. Emaga e colaboradores (2008), classificaram a casca de banana de diferentes

variedades e diferentes estágios de maturação, como promissora fonte nutritiva ao estudarem as características químicas desta fruta.

Couto Filho et al. (2007), recomendam a inclusão de outros resíduos, como milho desintegrado com palha e sabugo, palha de feijão ou casca de café, em níveis de adição entre 20 e 30%, a fim de agirem como absorventes de umidade e promoverem a melhoria do processo fermentativo, como por exemplo, em ensilagem de resíduos da manga *in natura*. Para Valença et al. (2016), a ensilagem é um método de conservação de alimento baseado na fermentação láctica da matéria vegetal, durante a qual são produzidos ácido láctico e outros ácidos orgânicos, os quais causam a diminuição do pH até valores próximos a 4, e a criação de anaerobiose. A acidificação e anaerobiose cessam o processo de degradação da matéria orgânica, que assim fica conservada, retendo as qualidades nutritivas do material original.

### 3.1 USO DE SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES E SEUS EFEITOS NOS PRODUTOS ANIMAIS

Estudos com ampla gama de análises estão sendo desenvolvidos em larga escala com o objetivo principal de comprovar transferências de compostos presentes na alimentação das vacas leiteiras para o leite e comprovar também suas funcionalidades ativas em produtos oriundos deste leite. O'Connell e Fox (2001), afirmaram que compostos fenólicos podem ser encontrados em quantidades consideráveis no leite de ruminantes, dos quais a maioria é originária da alimentação destes. Semelhantes informações foram encontradas por Lindmark-Månsson e Akesson (2000), que observaram a atividade antioxidante do leite e produtos lácteos, pela existência de fenóis derivado de plantas, que ganham sua entrada no leite pela alimentação.

Mais comprovações, de que compostos da alimentação animal podem ser transferidos para o leite, observam-se nos estudos de Bendall (2001), no qual compostos voláteis foram extraídos do leite fresco produzido por vacas da Nova Zelândia usando a técnica de evaporação por solvente. As duas amostras que foram utilizadas vieram de vacas que foram alimentadas com diferentes dietas e representaram os sabores consideravelmente diferentes, do hemisfério norte e do leite da Nova Zelândia. Usando cromatografia gasosa, 71 compostos aromáticos foram encontrados a partir dos extratos de leite, dos quais 66 foram identificados. Quase todos os compostos aromáticos eram comuns a ambos os extratos, apesar de as duas amostras de leite terem sabores diferentes. Apenas um composto, gamma-12:2 lactona, foi significativamente odorativo para o extrato de leite de vacas alimentadas com dieta

suplementar, mas não foi encontrado para o extrato de leite de vacas alimentadas com dieta de pasto.

Weld e Armentano (2018), afirmaram estar bem estabelecido na literatura que a alimentação com óleos ricos em ácido oleico, resulta em maior secreção de gordura do leite do que a alimentação de óleos ricos em linoleico. Em seus estudos, confirmam que a soja tipo *Plenish*, cultivada em um tipo de solo específico, aumentou claramente a gordura do leite em relação aos grãos convencionais, além do comprimento das cadeias de ácidos graxos do leite. Neste mesmo contexto, Griinari (1998), adicionando ácidos graxos de cadeia longa à dieta de vacas leiteiras, cita que estes têm o potencial de aumentar a secreção de gordura do leite, devido ao aumento da absorção de ácidos graxos, que podem ser incorporados na gordura do leite. Todavia, isto depende da composição de cada ácido graxo.

Ainda nesta linha de pesquisa, Abbeddou et al. (2011) testaram a hipótese de que certos subutilizados de forragens e subprodutos agroindustriais disponíveis em áreas secas podem influenciar positivamente o teor de ácidos graxos e a composição e propriedades antioxidantes do leite de ovelha, por seu conteúdo de óleo residual ou compostos fenólicos ou ambos. O teste alimentar compreendendo a substituição de 30% das dietas por resíduos como polpa de tomate e “torta” de azeitona, ricos em ácido linoleico e ácido oleico respectivamente, folhas de azeitona e palha de lentilha, ambas ricas em polifenóis, e folhas do arbusto tipo *Atriplex*. O leite resultante da dieta de folhas *Atriplex* expressou a mais alta atividade antioxidante. Essas dietas têm diferentes metabólitos secundários ativos potenciais, como licopeno em resíduo de tomate, e fenóis da azeitona e folhas *Atriplex*, e pode-se supor que uma transferência de alguns desses metabólitos da ração ao leite ocorreram.

Melo et al. (2017), estudaram a alternativas de 0, 15, 30, 45 e 60% de substituição da silagem de sorgo pela casca de banana. O tratamento de maior porcentagem contribuiu para melhores índices do nitrogênio ureico no leite, pela disponibilidade de carboidratos não fibrosos nas dietas com casca de banana o que favoreceu o uso de nitrogênio degradado no rúmen e melhorou a eficiência da síntese de proteína microbiana. Quanto à composição química do leite e do queijo minas frescal, bem como os testes de aceitação geral pelo consumidor, não sofreram influência das dietas com inclusão de casca de banana.

Outros subprodutos foram analisados, a exemplo de Santos et al. (2014) os quais, investigaram os efeitos da alimentação baseada em resíduos da indústria do café, a casca de café (SCH), como fonte de antioxidantes em vacas leiteiras. Quando considerada em porcentagem, a lactose no leite foi reduzida quando a casca de café foi fornecida aos animais, nas doses de 100 (SCH-100) e 150g/Kg MS (SCH-150) de casca de café, somados a 30g/Kg

de óleo de soja, quando comparados ao tratamento controle (sem adição de SCH e óleo de soja). O nitrogênio ureico do leite diminuiu gradualmente com a inclusão do óleo de soja, diminuindo ainda mais com a inclusão do SCH. Os tratamentos não tiveram efeito sobre as proporções de proteína, gordura e sólidos totais no leite. Os polifenóis totais no leite aumentaram com a inclusão do SCH, apresentando valores mais elevados quando 150g de SCH/Kg MS foram administrados aos animais. Padrão semelhante foi observado para flavonóides e poder redutor no leite. Embora o óleo de soja contivesse polifenóis e flavonóides, não foi responsável por aumentar o poder redutor observado no leite. O aumento foi devido à inclusão do SCH, uma vez que o aumento foi observado apenas quando o SCH foi incorporado às dietas. Com relação à transferência desses compostos no leite, a casca de café foi considerada uma boa fonte de antioxidantes para alimentar as vacas. E o fato de o SCH ser um subproduto barato (em regiões produtoras de café) que não afetava a produtividade dos animais e também incorporava substâncias bioativas no leite, não poderia ser negligenciado. Portanto, a casca de café adicionada até 15% em matéria seca nas dietas de vacas leiteiras não alterou a produção de leite, alterou minimamente o perfil de ácidos graxos na gordura do leite e melhorou a estabilidade do leite por possuir antioxidantes que podem retardar sua oxidação, ao mesmo tempo melhorar sua qualidade para a saúde humana.

A inclusão de antioxidantes naturais na dieta de bovinos leiteiros confirma efeito positivo, melhorando a qualidade nutricional do leite produzido. Foi observado que a atividade antioxidante aumentou nas amostras de leite de vacas que receberam própolis em sua dieta (COTTICA et al., 2018).

Apesar de encontrar uma concentração não muito alta, Matumoto-Pintro et al. (2011) propuseram em estudo que vacas leiteiras podem ser alimentadas com farelo de linhaça, a fim de aumentar naturalmente a concentração de enterolactona (apresentaram maior atividade antioxidante que a vitamina E) no leite, e usar esse leite na formulação de produtos. Compostos como polifenóis e flavonoides encontrados na ração a base de vários derivados vegetais resultaram em produção de leite com poder redutor aumentado justificando assim a possibilidade destas transferências (ZHU et al., 2002).

Os teores de proteína e caseína do leite foram observados em estudos utilizando semente de algodão e soja na dieta de vacas holandesas, e expressaram-se reduzidos com a alimentação de óleo de soja, mas isso não foi observado com a semente de algodão. A produção de leite não foi influenciada pela dieta, mas o percentual de gordura do leite foi reduzido com a adição de óleo, pelo fato deste afetar a digestibilidade ruminal e o consumo de matéria seca, interferido na síntese da gordura. A presença dos ácidos graxos insaturados, em

grande quantidade nos alimentos de origem vegetal, também foi um fator agravante, sendo que a utilização da semente com liberação mais lenta destes, afeta menos a produção da gordura (MOHAMED et al., 1988).

Na Irlanda, O'Callaghan et al. (2016) estudaram as características, qualidade, e percepção do consumidor de manteiga. Foram avaliados os efeitos de 3 sistemas de alimentação, sendo que o grupo 1 foi confinado e alimentado com ração total misturada (TMR) de silagem de gramíneas, silagem de milho, e concentrados; o grupo 2 foi mantido ao ar livre em pastagem perene de azevém (GRS); e, o grupo 3 foi mantido ao ar livre pastejando azevém perene/pastagem de trevo branco (CLV). As manteigas dos sistemas GRS e CLV apresentaram maior quantidade de CLA (cis-9, trans-11) e trans- $\beta$ -caroteno, comparadas ao sistema TMR. A análise de cor apresentou coloração mais amarelada para as manteigas GRS e CLV do que TMR, e este resultado pode estar relacionado com o maior conteúdo de trans- $\beta$ -caroteno.

Bovolenta et al. (2014), estudaram os efeitos sobre os compostos voláteis no queijo Montasio, de origem das regiões montanhosas da Itália. A suplementação necessária para atender às exigências de alimentação de vacas no pasto, não teve efeito claro sobre os compostos voláteis ou as propriedades sensoriais dos queijos. O grande número de compostos voláteis identificados no queijo Montasio foi provavelmente devido à dieta das vacas e as técnicas tradicionais de fabricação do queijo. Os mesmos autores afirmaram que o tipo de pastagem é capaz de modificar os perfis voláteis dos queijos experimentais, apesar de ter um efeito muito limitado como percebido por avaliadores treinados e nenhum efeito na composição química. Estas descobertas podem ser úteis na diferenciação de um determinado produto lácteo, de outros produtos no mercado pelo seu perfil de compostos voláteis, para aumentar o valor econômico do leite, e definir parâmetros de rastreabilidade baseados em suas características (BERGAMASCHI et al., 2015).

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar as possíveis diferenças na composição, atividade antioxidante, perfil dos ácidos graxos e realizar a análise sensorial do leite e iogurte obtidos a partir do leite de vacas Holandesas, alimentadas com duas diferentes dietas: a base de silagem de milho ou de subproduto da banana como fontes de volumoso.

#### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar a composição físico-química do leite de vacas Holandesas, alimentadas com as diferentes dietas;
- Elaborar, caracterizar e avaliar iogurtes utilizando esses dois tipos de leite, e;
- Realizar análise sensorial do leite e do iogurte dos leites oriundos de vacas alimentadas com silagem de milho ou subproduto da banana.

## REFERÊNCIAS

- Abbeddou, S. et al. (2011). Modification of milk fatty acid composition by feeding forages and agro-industrial byproducts from dry areas to Awassi sheep. **Journal of Dairy Science**, 94, p. 4657–4668.
- Adolfsson, O.; Meydani, S. N.; Russell, R. M. (2004). Yogurt and gut function. **American Journal of Clinical Nutrition**, 80(2), 245–256.
- Behare, P.; Kumar, H.; Mandal, S. (2016). Yogurt: Yogurt Based Products. **National Dairy Research Institute, Karnal, India. Elsevier Ltd. All rights reserved** p.625-631.
- Bendall, J.G. (2001). Aroma compounds of fresh milk from New Zealand cows fed different diets. **Journal of Agricultural and Food Chemistr.** v.49, p.4825-4832.
- Bergamaschi, M. et al. (2015). Effects of dairy system, herd within dairy system, and individual cow characteristics on the volatile organic compound profile of ripened model cheeses, **Journal of Dairy Science**, v.98, n.4, p.2183–2196.
- Bovolenta, S. A. et al. (2014). Volatile compounds and sensory properties of Montasio cheese made from the milk of Simmental cows grazing on alpine pastures, **Journal of Dairy Science.**, v. 97, p. 7373–7385.
- Brasil - Ministério da Agricultura. RIISPOA. 2017. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Aprovado pelo decreto n. 30.691, de 29/03/52, alterado pelo decreto n. 9.013, de 29/03/2017). DF, Brasília.
- Brito, M. A. et al.(2019). Agronegócio do Leite - Composição. Agência de Informação Embrapa, Brasília-DF. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 22 abr. 2020.
- Conte, R.A. (2017). Conservação e utilização do subproduto da banana como alimento alternativo para vacas leiteiras. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, SC.
- Coşkun H, Ondül E.(2004). Free fatty acid accumulation by mesophilic lactic acid bacteria in cold-stored milk. **Journal of Microbiology**. 42(2):133-138.
- Cottica, S.M. et al. (2018). Antioxidant activity and lipid oxidation in milk from cows with soybean oil and propolis extract added to their feed. **Food Science and Technology**, vol.39, n.2, p.467-474.
- Couto Filho, C. C. C. et al. (2007). Qualidade da silagem de resíduo de manga com diferentes aditivos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1537-1544.
- Emaga, T.H. et al. (2008). Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. **Bioresource Technology**, v.99 p.4346 – 4354.

- EMBRAPA. Anuário Leite 2019 – **Sua excelência, o consumidor**. Novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa. 104 p.
- Farvin, K. H. et al. (2010). Activity of yoghurt peptides: Part 1- in vitro assays and evaluation in  $\omega$ -3 enriched milk. **Food Chemistry**, Vol.123(4), pp.1081-1089.
- Gauche, C. et al.(2009). Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. **LWT - Food Science and Technology**, v 42, pp. 239 – 243.
- Griinari, J. M. et al. (1998). Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.1251–1261.
- Guzman-Gonzalez, M.; Morais, F.; Amigo, L. (2000). Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low-fat set-type yoghurt model system. Use of caseinates, coprecipitate and blended dairy powders. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 80, 433–438.
- Kayanush, J. A.; Olson, D.W. (2017). A 100-year review: Yogurt and other cultured dairy products. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n. 12, p. 9987-10013.
- Lindmark-Månsson, H.; Akesson, B.(2000). Antioxidant factors in milk. **British Journal of Nutrition**. 84 Suplemento 1: S103-10.
- Lock, A. L.; Shingfield, K. J.(2004). Optimizing the composition of milk, dairy products in the UK: using science to meet consumer needs. Nottingham University Press, Nottingham, Reino Unido, pp. 107 – 188.
- Matumoto-Pintro, P.T. et al. (2011). Effect of flaxseed lignans added to milk or fed cows on oxidative degradation of dairy beverages enriched with polyunsaturated fatty acids. **Journal of Dairy Research**, v.78, n.01, p.111-117.
- Melo, M. T. P. De et al. (2017). Cheese and milk quality of F1 Holstein x Zebu cows fed different levels of banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Vol.39(2), pp.181-187.
- Mohamed, O. E. et al. (1988). Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**. 71:2677–2688.
- O’Callaghan, T. F. et al. (2016). Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.12, p.9441–9460.
- O’Connell, J. E.; Fox, P. F. (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products. A review. **International Dairy Journal**. v. 11, p. 103–120.
- Pereira, P.C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. **Nutrition**, p. 619–627.

Power, O.; Jakeman, P.; FitzGerald, R.J. (2013). Antioxidative peptides: enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. **Amino Acids**. 44 (3): 797-820.

Sandoval-Castilla, O. et al. (2004). Microstructure and texture of yogurt influenced by fat substitutes. **International Dairy Science**, v 14, pp. 151 – 159.

Santos, G.T. et al. (2014). Production, composition, fatty acids profile and stability of milk and blood composition of dairy cows fed high polyunsaturated fatty acids diets and sticky coffee hull. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, vol.57 no.4. p. 493-503.

Silva, A. C. da; Jorge, N. (2014). Bioactive compounds of the lipid fractions of agroindustrial waste. **Food Research International**, n. 66, p. 493-500.

Singh, H. (2019). Symposium review: Fat globules in milk and their structural modifications during gastrointestinal digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 102.

Sol, C.; Castillejos, L.; Gasa, J. (2016). Digestibility of some conventional and nonconventional feedstuff and co-products to be used in liquid feed growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 222, p.168-179.

Valença, R.L. et al. (2016). Composição química e perdas em silagem de bagaço de laranja pré-seco. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n.3, p.206-211.

Vilela, D. et al. (2017). A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, Embrapa Informação Tecnológica (SCT). Brasília, DF, v 26, n 01. p. 5-24.

Vilela, D. (2015). Para onde caminha o leite. **Revista Balde Branco**, Embrapa Gado de Leite (CNPGL). São Paulo, v. 51, n. 603, p. 41-43.

Weld, K.A.; Armentano, L.E. (2018). Feeding high oleic acid soybeans in place of conventional soybeans increases milk fat concentration. **Journal of Dairy Science**. 101, 1-9.

Yang, Y. X. et al. (2013). Impact of the region on the composition of milk fatty acids in China. **Journal of The Science Of Food And Agriculture**, Vol.93 (11), pp.2864-2869.

Zhu, Q.Y. et al. (2002). Antioxidant activities of oolong tea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50 (23), p. 6929-6934.

## **CAPÍTULO II**

### **MANUSCRITO**

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de um manuscrito, com sua formatação de acordo com as orientações da revista a qual foram submetidos.

**MANUSCRITO****LEITE E IOGURTE PROVENIENTES DE VACAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE MILHO E SUBPRODUTO DA BANANA: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, PERFIL LIPÍDICO, DE TEXTURA E ANTIOXIDANTES**

*Ligia Karen Borges<sup>1</sup>, Elisandra Rigo<sup>1</sup>, Aline Zampar<sup>2</sup>, Lucíola Bagatini<sup>3</sup>, Rodolpho Martin do Prado<sup>4</sup>, Ana Luiza Bachmann Schogor<sup>1,2\*</sup>*

1 Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC Oeste), Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

2\* Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC Oeste), Chapecó, Santa Catarina, Brasil. CEP 89830-615. E-mail: ana.schogor@udesc.br

3 Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC Oeste), Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

4 Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá,Paraná, Brasil.

De acordo com normas para publicação em:

Acta Scientiarum Technology

## **MILK AND YOGURT FROM COWS FEEDED WITH CORN SILAGE AND BANANA BY-PRODUCT: PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES, LIPID PROFILE, TEXTURE AND ANTIOXIDANTS**

### **RESUMO**

O leite das vacas alimentadas com dieta convencional (LCONV) e das vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN) passou por avaliações físico-química e posteriormente, foi pasteurizado para fabricação dos iogurtes, utilizando fermento láctico (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), os quais foram analisados na estocagem de 1, 7 e 14 dias. As análises físico-químicas do leite mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para pH, teor de gordura, lactose, nitrogênio ureico e cor. O perfil de ácidos graxos (AGs) não diferiu entre os leites. Porém, após a fermentação, houve uma queda significativa de ácidos graxos saturados (AGS) e um aumento dos ácidos graxos de cadeia longa ( $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$  e CLA) no iogurte do leite das vacas alimentadas com dieta alternativa (IBAN). De semelhante modo, não foram detectadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os leites para a atividade antioxidante, entretanto, o IBAN mostrou um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nos valores de porcentagem de DPPH e no teor de compostos fenólicos em comparação ao LBAN. A análise do perfil de textura mostrou maior índice de dureza no IBAN, no sétimo dia de armazenamento. O iogurte oriundo do leite convencional (ICON) obteve uma coloração mais amarelada ( $b^*$ ) durante todo o período de armazenamento. O teste sensorial demonstrou que o uso da alimentação alternativa não influenciou o aroma e sabor do leite e do iogurte, resultando em um bom índice de aceitabilidade dos produtos.

**Palavras-chave:** Ácidos graxos. Atividade antioxidante. Banana. Dieta.

## ABSTRACT

The milk of cows fed with conventional diet (MCS) and cows fed with banana by-product (MBS) underwent physico-chemical evaluations and was later pasteurized for the manufacture of yogurts, using lactic yeast (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*), which were analyzed in the storage of 1, 7 and 14 days. Physical-chemical analyzes of milk showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for pH, fat content, lactose, urea nitrogen and color. The fatty acid profile (FA) did not differ between milks. However, after fermentation, there was a significant drop in saturated fatty acids (SFA) and an increase in long chain fatty acids ( $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$  and CLA) in milk yogurt from cows fed an alternative diet (YBS). Similarly, no significant differences ( $p > 0.05$ ) were detected between the milks for antioxidant activity, however, the YBS showed a significant increase ( $p < 0.05$ ) in the percentage values of DPPH and in the content of phenolic compounds compared to YBS. The analysis of the texture profile showed a higher hardness index in the YBS, on the seventh day of storage. The conventional milk yogurt (YCS) obtained a more yellowish color ( $b^*$ ) during all storage period. The sensory test showed that the use of alternative food did not influence the aroma and flavor of milk and yogurt, resulting in a good acceptability index of the products.

**Keywords:** Fatty acids. Antioxidant activity. Banana. Diet.

## INTRODUÇÃO

Os resíduos da indústria processadora de frutas, gradativamente, têm sido destinados à dieta animal. Couto Filho et al. (2007) em seus estudos, consideram o baixo custo de aquisição do produto a ser ensilado, a redução de desperdícios e o impacto reduzido do acúmulo destes materiais no meio ambiente, como vantagens na utilização destes resíduos na forma de silagens alternativas usadas tradicionalmente, servindo de volumoso suplementar na alimentação de ruminantes, principalmente, em períodos de escassez de forragem.

Os resíduos ou subprodutos agroindustriais em questão devem ser produzidos e armazenados em condições salubres e podem compor a dieta de animais de produção leiteira, influenciando na lactação também pela possibilidade de transferência de compostos funcionais da alimentação para o leite produzido. Com isto, objetivou-se no presente trabalho avaliar a substituição parcial de silagem de milho por subproduto da banana na dieta de vacas leiteiras. Várias transformações e adições nas dietas animais vêm sendo testados para verificação de compostos funcionais ativos no leite. Os estudos vão desde composições químicas dos ingredientes até o comportamento da ruminação e sua ação microbiológica, como em estudos publicados por Lamothe et al. (2014), Melo et al. (2017) e Grazyna et al. (2017).

No setor de laticínios, aspectos qualitativos do leite podem afetar tanto o rendimento quanto as características dos produtos derivados, sendo que a dieta do animal pode influenciar nesta qualidade do leite. Por exemplo, o conteúdo de ácido graxo ciclopropil pode ser considerado um promissor marcador de qualidade para queijos de alto valor, capaz de distinguir os produtos lácteos com dietas baseadas em diferentes tipos de forragens (MARSEGLIA et al., 2013). O conteúdo de antioxidantes lipofílicos é amplamente determinado pela composição das dietas animais, pois os mesmos potencialmente protegem a gordura do leite contra a oxidação e são caracterizados por alta estabilidade térmica, permanecendo ativos em todos os produtos lácteos, independentemente do processamento térmico aplicado (GRAZYNA et al., 2017). Ao observar a estabilidade oxidativa de ácidos graxos, principalmente, ômega-3, em produtos lácteos, Farvin et al. (2010) confirmaram que o iogurte enriquecido com óleo de peixe foi menos suscetível à oxidação do que o leite contendo a mesma quantidade de óleo de peixe, provavelmente devido a quantidade de peptídeos presentes e ao menor conteúdo de oxigênio contido no iogurte. Neste sentido, tornam-se relevantes estudos que avaliem parâmetros como capacidade antioxidante e perfil de ácidos graxos, entre o leite e o iogurte, produtos reconhecidos pelas suas propriedades benéficas para a saúde, especialmente o iogurte. Segundo Korhonen e Pihlanto (2006), o

iogurte é caracterizado pelo processo de fermentação do leite que resulta em liberação de vários peptídeos bioativos, pequenos fragmentos de proteínas com sequência específica de aminoácidos e número, envolvido em funções fisiológicas específicas.

Os parâmetros de textura do iogurte servem para determinar qualidade do produto. Feng et al. (2019), estudaram o estado do gel do iogurte e sua influência na textura, quanto melhor a coagulação do iogurte, maior será o índice de dureza. A adesão do iogurte à sonda do texturômetro mostra o índice de adesividade do produto, e quanto maior a adesividade, mais espesso é o iogurte. Enquanto a coesão exibe principalmente a resistência do iogurte à pressão da sonda, e quanto menor a coesão, melhor a suavidade do iogurte.

Com a presente pesquisa, objetivou-se avaliar a composição, a atividade antioxidante, o perfil dos ácidos graxos e a aceitabilidade sensorial do iogurte e do leite obtidos de vacas Holandesas alimentadas com dieta à base de silagem de milho ou da dieta alternativa a base de subproduto da banana como fontes de volumoso, e ainda avaliar o perfil de textura destes iogurtes.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Leite bovino

Os leites oriundos de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV), e com subproduto da banana (LBAN) foram doados por produtores de leite (fazendas comerciais), localizadas nos municípios de Chapecó e Fraiburgo, Santa Catarina. Os leites foram obtidos em dois períodos distintos, com a primeira coleta realizada em 05 de agosto de 2019 e a segunda em 07 de agosto de 2019.

Tabela 1. Dietas de vacas Holandesas alimentadas com dieta “convencional” (a base de silagem de milho) ou “alternativa” (substituição parcial de silagem de milho por subproduto da banana).

Alimento	Convencional		Alternativa	
	Kg MS/cab/dia	% dieta MS	Kg MS/cab/dia	% dieta MS
Silagem de milho	8,25	51,40	2,64	18,8
Subproduto de banana	-	-	6,43	45,8
Feno de tifton picado	1,63	10,20	-	-
Ração comercial <sup>1</sup>	4,81	30,00	4,81	34,3
Concentrado <sup>2</sup>	1,16	7,20	-	-
Sal mineral	0,20	1,20	0,15	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>16,05</b>	<b>100,0</b>	<b>14,03</b>	<b>100,0</b>

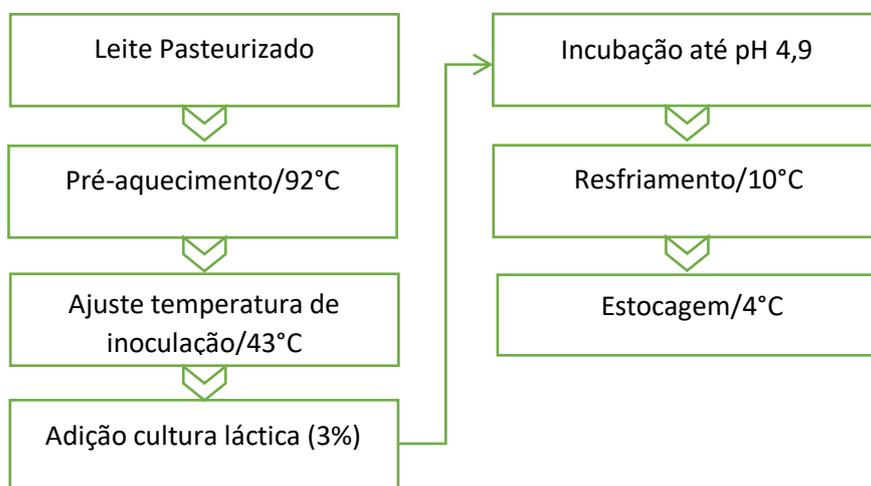
<sup>1</sup>Produto comercial com 18% de proteína bruta em sua composição; <sup>2</sup>(farelo de soja tostado, milho moído, suplemento não-proteico de liberação lenta, bicarbonato de sódio)

Ambos os leites foram armazenados em tanques resfriadores a 4°C (de acordo com a IN 62, 2011), e imediatamente transportados a Usina Piloto de Leites da Universidade do Estado de Santa Catarina, Campus UDESC Oeste, Pinhalzinho, SC, em recipientes plásticos com capacidade para 10 Litros, previamente esterilizados. O leite foi pasteurizado em Thermomix™ (Vorwerk, modelo Bimby® 5 TM5) a 65°C por 30 minutos, sob agitação (300 rpm). As avaliações físico-químicas (gordura, sólidos totais e não gordurosos, densidade, acidez, pH, lactose, proteínas e cor.), foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006, do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006) e em concordância com AOAC (2016). As análises do leite foram realizadas em até 24 horas após sua obtenção, e do iogurte após seus períodos de armazenamento, de 1, 7 e 14 dias.

### Elaboração do iogurte

O leite integral pasteurizado foi aquecido à temperatura de 92°C por 3 minutos e depois resfriado à 43°C para adição de 3% de fermento láctico com culturas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, (CHR HANSEN®), o qual foi ativado por 2h em 1L de leite, e após este procedimento, foi homogeneizado e distribuído em potes plásticos de 2000 mL com tampa, e foram incubados em câmara (SL 200-334 - Solab®), a uma temperatura de 43 °C, até que o coágulo apresentasse pH 4,9. Em seguida o iogurte foi resfriado e armazenado a temperatura de 2 a 5°C.

Figura 1 – Esquema do método da produção do iogurte.



### **Caracterização físico-química dos iogurtes**

As análises físico-químicas dos iogurtes (ICONV e IBAN) foram realizadas em triplicata. O pH foi medido pelo método 943.02 da AOAC (2016), em que o valor foi determinado usando um potenciômetro digital previamente calibrado, por inserção direta do eletrodo na amostra. A acidez foi avaliada pelo método 493/IV, do Instituto Adolfo Lutz (2008) e a cor, pelo método colorimétrico (Mini Scan EZ Hunterlab 4500L) em três escalas: L \* a \* b \*.

### **Determinação da atividade antioxidante por eliminação de radicais livres do DPPH**

O método utilizado para a determinação da atividade de eliminação de radicais livres do DPPH foi realizado conforme descrito por Feng et al. (2019). As amostras foram misturadas com metanol, ultrassonalizadas a 100 W durante 20 min e então centrifugadas por 10 min a 4000 rpm, e o sobrenadante obtido foi utilizado para análises. Uma alíquota do extrato (0,5 mL) foi misturado em 4,0 mL de solução etanólica de DPPH (50,0 mg de DPPH em 1 L de metanol) e o volume ajustado para 10,0 mL com água. Após, as amostras foram incubadas no escuro à temperatura ambiente por 30 min. A capacidade de inibição do radical livre de DPPH foi medida em espectrofotômetro (Femto<sup>®</sup>, Brasil) com valor de absorvância de 517 nm e a percentagem calculada de acordo com a equação proposta por Atoui et al. (2005).

### **Determinação do teor de compostos fenólicos**

O teor fenólico foi determinado de acordo com o procedimento do método de Folin-Ciocalteu com algumas alterações (Wang et al., 2011). Uma quantidade de 0,5 mL do extrato foi misturada com 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu e 2,0 mL de carbonato de sódio a 7,5% e incubada no escuro em temperatura ambiente por 2 horas. O teor de compostos fenólicos foi medido em espectrofotômetro (Cirrus 80SA, Femto, Brasil), com valor de absorvância a 760nm e os dados expressos como equivalentes de ácido gálico em mg por 100 g de peso (mg GAE.100g<sup>-1</sup>).

### **Análise do perfil de textura**

O perfil de textura foi determinado baseado na metodologia utilizada por Feng et al. (2019). Foi utilizado um analisador de textura (TA-XTplus Texture Analyser, Stable Micro System) com uma sonda cilíndrica (P/36R). A velocidade da cruzeta foi de 2,0 mm/seg a um

espaço de 20 mm e força a 0,050 N. Os parâmetros do perfil de textura, a saber dureza, elasticidade, coesão, mastigabilidade, gomosidade e adesividade, foram determinados por três compressões sucessivas de cada amostra de iogurte e em réplica.

### **Microscopia eletrônica de varredura**

Amostras dos iogurtes com armazenamento de 1 dia e 14 dias foram preparadas para a microscopia eletrônica de varredura (MEV), de acordo com a metodologia utilizada por Yuliarti et al. (2019) com modificações. As amostras foram rapidamente congeladas em nitrogênio líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$  por 5 minutos e mantidas congeladas a  $-80^{\circ}\text{C}$  em ultra freezer até passarem por liofilização (ilShin® America, série TFD) por 24 horas. As amostras liofilizadas foram fixadas em superfície adesiva condutora e recobertas com ouro em *sputter coater* (SCD 050, Baltech, Brasil) e depositadas sobre um cilindro de alumínio circular, revestidas com fita condutora dourada. As análises foram conduzidas a 15 kV de aceleração de elétrons e 1000 vezes para ampliação e visualização das amostras. Foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo (FEG) (JSM6701F, JEOL, Brasil) equipado com sistema de microanálise por espectrometria de raios X (EDS).

### **Análise de perfil de ácidos graxos**

#### ***Lipídeos totais***

Para extração e análise do perfil de ácidos graxos (inclusive ácidos linoleicos conjugados, CLA) da matéria graxa de leites e iogurtes, utilizou-se a metodologia descrita por Murphy et al. (1995), por congelamento-descongelamento e centrifugação. Aproximadamente 50 mL de amostras foram mantidas em congelador (pernoite, a  $-1^{\circ}\text{C}$ ), descongeladas até atingir a temperatura ambiente, e centrifugadas a 3.000 rpm, por 30 minutos. Posteriormente, a gordura foi coletada.

#### ***Transesterificação dos Triacilgliceróis (Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos)***

Para determinar a composição de ácidos graxos do leite, após extração dos lipídeos, os ácidos graxos foram esterificados conforme o método 5509 da ISO (1978) usando KOH/metanol e N-heptano. Aproximadamente 100 mg da amostra foram transferidas para tubo de ensaio (10 mL), e 2,0 mL de N-heptano foram adicionados. A amostra foi agitada até solubilização total da matéria graxa. Em seguida, mais 2,0 mL de solução 2 mol/L de KOH em metanol foi adicionada e agitada, durante 5 minutos. Após separação das fases, a fase

superior contendo os ésteres metílicos de ácidos graxos, foi transferida para microtubo e submetida à análise descrita a seguir.

### ***Cromatografia Gasosa dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos***

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados por um cromatógrafo à gás (Thermo, modelo Trace Ultra 3300), equipado com coluna capilar de sílica fundida (SP 8 – 2560, Select FAME, 100 m x 0,25 mm d.i. e 0,25 µm de cianopropil) e detector de ionização de chama. O fluxo dos gases foi de 2 mL/min para o gás de arraste (H<sub>2</sub>), 30 mL/min para o gás auxiliar (N<sub>2</sub>) e 35 mL/min para o H<sub>2</sub> e 350 mL/min para o gás sintético. O volume do material injetado foi de 2,0 µL, usando o método *split flow*. As temperaturas do injetor e do detector foram 240 °C. A temperatura da coluna foi de 50 °C durante 4 minutos, seguida pela primeira rampa de aquecimento de 200 °C/min, mantida por 15 minutos com 8 minutos de aquecimento, seguida pela segunda rampa de aquecimento de 240 °C/min, por 8 minutos, totalizando 35 minutos de análise. As áreas dos picos e os tempos de retenção foram determinados através do *software* ChromQuest 5.0. Os ácidos graxos foram identificados baseados em comparações dos tempos de retenção com o padrão 189-19 (Sigma- Aldrich, São Paulo, Brasil).

### **Análise Sensorial**

As análises sensoriais foram realizadas, no Laboratório de Análise Sensorial localizado no Campus UDESC Oeste, Pinhalzinho, SC. No total, 78 julgadores não treinados participaram do teste. Os julgadores receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido informado que, após lido, entendido e assinado, confirmaram o interesse em participar da pesquisa. Não fizeram parte, julgadores fumantes, menores de 18 anos ou que não consumam os produtos e/ou que relatem intolerância ou alergia aos mesmos, em especial a lactose e proteína do leite bovino. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética, sob protocolo CAAE 16379219.6.0000.0118.

Foi realizado o teste Duo-trio, a fim de avaliar a percepção de diferença entre as amostras do leite e iogurte elaborado com leite de vacas submetidas a diferentes tipos de alimentações, nos atributos sabor e o aroma. Além disso, foi aplicado o teste de escala hedônica (1 a 9) para avaliar a aceitação das amostras (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas.

## Análise Estatística

Os resultados das análises de composição química, antioxidantes, perfil de ácidos graxos e análise sensorial dos leites e iogurtes foram submetidos aos testes de normalidade de resíduos e homogeneidade de variância e quando atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Fisher-Snedecor (a 5% de probabilidade), sendo o delineamento utilizado em blocos casualizados, sendo o bloco considerado cada período de coleta dos leites (dois diferentes períodos). As análises foram realizadas em triplicata (exceto para antioxidantes, em duplicata).

Para verificar a interação entre tratamentos e tempo de armazenamento dos iogurtes (análises de textura e cor), foi realizada uma análise fatorial 2 x 3 (dois tratamentos e três tempos de armazenamento). Quando a interação foi significativa, procedeu-se ao desdobramento com testes de Fisher-Snedecor e teste de Tukey (5%). O software estatístico utilizado foi o *Statistical Analysis System* (SAS, versão 9.4)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do leite

Os resultados médios das análises físico-químicas do leite encontram-se na Tabela 2. Além dos componentes apresentados na Tabela 2, fazem parte da composição do leite água, vitaminas e sais minerais.

Tabela 2. Médias e desvio padrão do pH, acidez titulável, densidade, gordura, lactose, proteína, sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (SNG), nitrogênio uréico no leite (NUL) e Cor L\* a\* b\* do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV) e com subproduto da banana (LBAN).

Análises	LCONV	LBAN	p-valor
<b>pH</b>	6,69±0,05 <sup>b</sup>	6,75±0,01 <sup>a</sup>	0,0393
<b>Acidez titulável (%)</b>	0,13±0,01	0,13±0,00	0,4724
<b>Densidade<sup>1</sup></b>	1029,5±0,71	1030,5±0,71	
<b>Gordura (%)</b>	3,76±0,03 <sup>a</sup>	3,69±0,06 <sup>b</sup>	0,0488
<b>Lactose (%)</b>	4,55±0,02 <sup>a</sup>	4,51±0,02 <sup>b</sup>	0,0051
<b>Proteína (%)</b>	3,36±0,05	3,32±0,03	0,0979
<b>ST (%)</b>	13,02±0,17	12,91±0,08	0,1858
<b>SNG (%)</b>	9,26±0,18	9,18±0,05	0,2994

<b>NUL (mg/dL)</b>	13,57±0,50 <sup>a</sup>	12,75±0,31 <sup>b</sup>	0,0147
<b>Índices de cor</b>			
<b>L*</b>	60,35± 1,99	59,67± 3,78	0,7164
<b>a*</b>	-6,52± 0,17	-6,15± 0,43	0,0578
<b>b*</b>	11,43± 1,40 <sup>a</sup>	7,48± 0,52 <sup>b</sup>	0,0001

Médias seguidas pela mesma letra em linha não apresentam diferença significativa para o teste de Fisher-Snedecor ( $p>0.05$ ). <sup>1</sup>A densidade não apresentou variabilidade para ser feita análise de variância.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Embora os valores de pH tenham apresentado diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre as amostras de leite, permaneceram no padrão de variação (entre 6,6 e 6,8). Estes valores, provavelmente não estão relacionadas com a produção de ácido láctico, uma vez que não houve variação no teor de acidez. Segundo Uallah et al. (2005), variações muito severas no pH estão relacionadas à ação bacteriana quando muito baixo, ao passo que um pH mais alto indica infecção no úbere ou mastite, o que não ocorreu neste caso.

A composição do leite é um aspecto imperativo que influencia a qualidade dos produtos lácteos. No presente estudo foram observadas diferenças significativas nas porcentagens de gordura ( $p=0,0488$ ) e lactose ( $p=0,0051$ ) com maiores valores encontrados no LCONV, conforme Tabela 2. A gordura é o componente mais inconstante na composição química do leite, e é diretamente influenciada pela dieta, é composta predominantemente por triglicerídeos que se originam da dieta ou das reservas de gordura corporal. A gordura e demais constituintes do leite sofrem variações em suas proporções, conforme a raça e saúde do animal, estágio da lactação, sistemas de alimentação, mudanças sazonais, frequência e sistemas de ordenha e genética. A lactose é um composto estável do leite, alterações em sua concentração ocorrem apenas em casos extremos e incomuns decorrentes da nutrição, poucos estudos detectaram qualquer mudança significativa no conteúdo em relação ao padrão (RAFIC et al., 2016; JENKINS; McGUIRE, 2006; BAUMAN & GRIINARI, 2001).

Os teores de proteína e sólidos totais não gordurosos das amostras LCON e LBAN, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ). Conforme estudos semelhantes de Melo et al. (2017), esses resultados indicam que a dieta alternativa, a base do subproduto da banana, forneceu níveis adequados de energia e proteínas degradáveis no rúmen para síntese proteica microbiana. Os teores de sólidos totais não diferiram significativamente mesmo havendo diferença significativa ( $p<0,05$ ) no teor de gordura e lactose, variações que interferem inteiramente no valor de sólidos totais (ST), além da proteína.

Os valores para o nitrogênio ureico no leite (NUL) diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. Essas concentrações quando fora do padrão, tanto altas como baixas, são indicativos de problemas nutricionais nos rebanhos leiteiros. Os resultados encontrados,  $13,57 \pm 0,50$  mg/dl para amostra LCONV e  $12,75 \pm 0,31$  mg/dl para LBAN, mostraram que ambos permaneceram dentro dos padrões aceitáveis, em que, para muitos países variam de 10 a 16 mg / dL, e algumas literaturas trazem como valores normais, entre 10 e 14 mg / dL. O LBAN mostrou menor valor, o que está de acordo com estudos que sugerem que a disponibilidade de carboidratos não fibrosos nas dietas com casca de banana favorece o uso de nitrogênio degradável no rúmen, melhorando a eficiência da síntese de proteína microbiana. E ainda, que a casca de banana contém taninos e pode influenciar a degradação da proteína no rúmen, o que contribui para uma menor liberação de amônia alterando o nitrogênio ureico (TORAL et al., 2011; MELO et al., 2017).

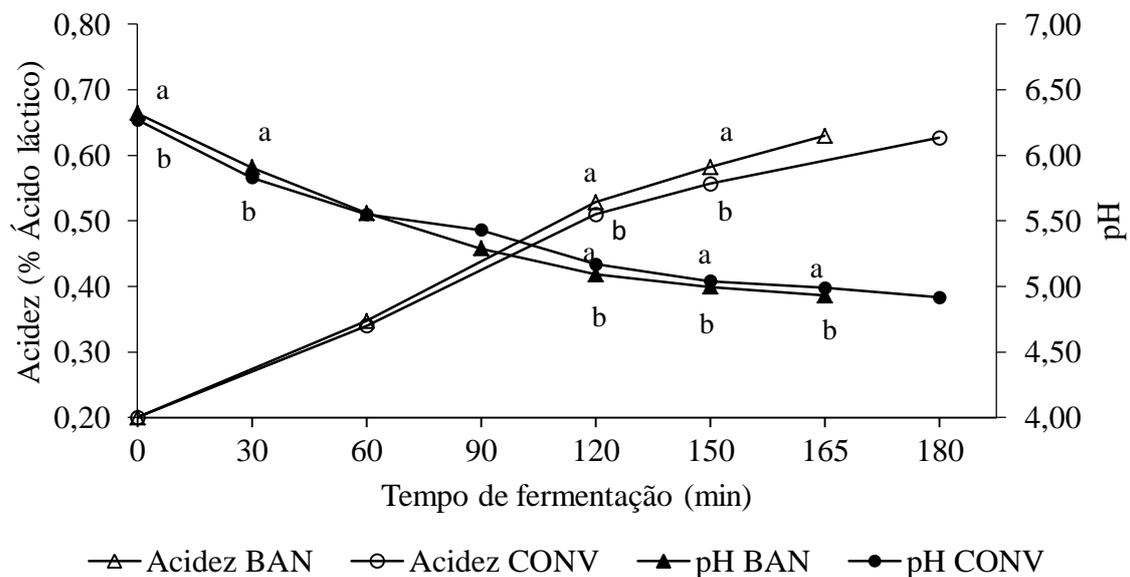
A coloração dos leites foi avaliada pelo parâmetro  $L^*$  que referem-se a luminosidade da amostra com intensidade de zero (0-preto) a cem (100-branco) na escala, e a coordenada cromática  $a^*$  varia de verde (negativo) ou vermelho (positivo); em ambos parâmetros, não foram observadas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) entre as amostras do leite. A cor  $b^*$  varia do azul ao amarelo, e tanto LCONV ( $11,43 \pm 1,40$ ) como LBAN ( $7,48 \pm 0,52$ ) apresentaram valores positivos caracterizando coloração amarelada, porém com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre elas com maior intensidade para LCONV. Segundo Azevedo et al. (2014), a presença de lactose pode contribuir para esta coloração, além da presença de carotenos, sendo que o resultado observado na Tabela 2 condiz com a afirmação, mostrando o teor de lactose significativamente maior para o LCONV.

## **Fermentação**

No período de fermentação, para a observação das alterações de pH e determinar o tempo ideal de fermentação para o leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV) e para o leite oriundo de vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN) até alcance de pH 4,9, o pH dos leites com inóculo foi monitorado como mostra a Figura 2. Durante a fermentação, o pH diminuiu, devido à atividade metabólica das bactérias lácticas que consomem lactose e produzem ácido láctico. A diminuição do pH resulta na solubilização do fosfato de cálcio coloidal e na diminuição da carga líquida negativa da micela de caseína, levando a uma repulsão eletrostática reduzida e um aumento da atração hidrofóbica entre as moléculas de proteína (LEE & LUCEY, 2010). Esses efeitos foram confirmados no presente estudo, pela formação do gel que apresentou maior firmeza ao final do tempo de fermentação

e pH próximo a 4,9. Para Nguyen et al. (2018), esse comportamento ocorre quando o pH do leite diminui em direção ao ponto isoelétrico das caseínas (pH 4,6), o que promove as interações e a agregação entre as moléculas de proteínas, resultando na formação de uma rede de proteínas no gel de leite acidificado, levando a o aumento da consistência.

**Figura 2.** Valores de acidez titulável e pH, durante o período de fermentação até atingirem pH 4,9, de iogurtes elaborados com leites oriundos de vacas alimentadas com subproduto da banana (BAN) ou com silagem de milho (CONV).



Média de três valores de cada batelada  $\pm$  desvio padrão. Letras diferentes, no mesmo tempo, são indicação de diferenças significativas para o teste de Fisher-Snedecor ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Observou-se um declínio acelerado do pH, comportamento esperado, seguido de desaceleração final para ambos os casos durante a fermentação, com diferenças significativas no pH para o tempo 0 ( $p=0,0018$ ) e 30 ( $p=0,0002$ ) minutos e tempos de 120 ( $p=0,0017$ ), 150 ( $p=0,0338$ ) e 165 ( $p=0,0002$ ) minutos de fermentação. A queda do pH resultou em aumento da acidez. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos de Aloglu e Oner (2011), em que afirmaram o fato de que durante a fermentação a lactose é normalmente convertida em ácido láctico que diminui o pH e aumenta a acidez. Os resultados de acidez nos tempos de 120 ( $p=0,0052$ ) e 150 ( $p=0,0350$ ) minutos diferiram estatisticamente sendo maior a porcentagem de ácido láctico para LBAN.

O tempo de fermentação do iogurte foi de 180 minutos para LCONV e 165 minutos para LBAN. Segundo Asensio-Vegas et al. (2018), um maior tempo de fermentação está

diretamente associado a meios com maiores teores de componentes dos sólidos totais. Apesar de os leites não apresentarem diferenças estatísticas no teor de ST, o LCONV mostrou maiores valores para alguns componentes (gordura e lactose), conforme indicado na Tabela 2, o que poderia explicar o maior tempo de fermentação. Considerando o uso da mesma cultura e na mesma proporção para ambos os leites, pode-se supor que as bactérias lácticas utilizadas encontraram nutrientes específicos no LBAN e não no LCONV. A hipótese é de que o menor teor de gordura do LBAN (Tabela 2) pode ter resultado em um menor tempo de incubação ou até mesmo uma maior desnaturação de proteínas de soro de leite durante o tratamento térmico, o que leva a uma redução nos tempos de fermentação (SOUKOULLIS et al., 2007).

### **Perfil lipídico**

Os resultados da análise de perfil de ácidos graxos são apresentados na Tabela 3. Foram detectados 29 tipos de Ácidos Graxos. Esses resultados demonstram claramente que não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) nos perfis de AGs entre os tratamentos, tanto para o leite quanto para o iogurte. Porém entre os produtos de um mesmo tipo de leite diferenças foram detectadas.

Foram observadas diferenças significativas ( $p = 0,0455$ ) no CLA (C18:2n-9c,11t) entre os produtos LBAN ( $0,40 \pm 0,05$ ) e IBAN ( $1,07 \pm 0,40$ ). O CLA, que é caracterizado por duplas ligações conjugadas, é um componente natural do leite e da carne de ruminantes. O leite de vaca é a fonte mais abundante de cis- 9, trans- 11 CLA, conhecido como ácido rumênico que mesmo em baixas concentrações é de grande eficácia na atuação sobre radicais livres (GRAZYNA, et al., 2017). Os mesmos autores ressaltam que o CLA, na dose diária de 3g, exerce benefícios multidirecionais para a saúde, evita a inflamação e promove altos níveis de atividade antioxidante. Estudos relatam que a fermentação por bactérias lácticas é capaz de afetar a composição dos ácidos graxos, por lipólise da gordura do leite, levando a um aumento ou diminuição dos mesmos (COŞKUN e ONDÜL, 2004). O IBAN resultou em maior quantidade ( $p < 0,05$ ) de AG de cadeia longa (C18:0, C18:1n-9t  $\omega$ 9, C18:1n-9c  $\omega$ 9, C18:2n-6t  $\omega$ 6, C18:2n-6c  $\omega$ 6, C18:3n-3  $\omega$ 3, C18:2n-9c,11t 6 CLA  $\omega$ 6, C20:0 C20:2  $\omega$ 6, C22:0) em relação ao leite deste mesmo tratamento. E o LCONV obteve um aumento significativo ( $p = 0,0433$ ) de C20:3n-6 comparado ao LCONV. Observou-se que a soma de ácidos graxos insaturados (AGI) no IBAN ( $29,13 \pm 4,24$ ) foi significativamente maior ( $p = 0,0139$ ) que no LBAN ( $18,68 \pm 0,98$ ), mostrando que a fermentação permitiu aumentar a concentração relativa de AGI no IBAN. Isso, provavelmente, indica que não houve reações de oxidação que levariam à redução dos AGs, o que pode ter ocorrido com a maioria dos AGs, de cadeia curta

e média, entre o LBAN e o IBAN, os quais diminuiram significativamente ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados em estudo de dietas suplementadas com óleo de soja para vacas Holandesas e em estudo de comparação do iogurte de leite bovino e ovino no período de armazenamento onde, em iogurtes de leite de vaca, os AGSs diminuiram significativamente durante a estocagem de 14 dias (BOYLSTON E BEITZ, 2002; SERAFEIMIDOU et al., 2013).

Tabela 3 - Resultados do perfil de ácidos graxos (AG) para o leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV), leite oriundo de vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN), para os iogurtes do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com silagem de banana (IBAN) com período de estocagem de 14 dias.

Ácidos graxos		Produtos e tratamentos			
		LCONV	LBAN	ICONV	IBAN
1	C6:0	0,26±0,03	0,31±0,06	0,31±0,05	0,31±0,04
2	C8:0	0,73±0,04	0,90±0,13	0,85±0,10	0,74±0,09
3	C10:0	3,35±0,48	3,95±0,32 <sup>A</sup>	3,46±0,53	2,77±0,44 <sup>B</sup>
4	C11:0	0,22±0,02	0,27±0,02 <sup>A</sup>	0,23±0,02	0,21±0,02 <sup>B</sup>
5	C12:0	5,16±1,03	6,27±0,33 <sup>A</sup>	5,27±0,95	4,10±0,72 <sup>B</sup>
6	C13:0	0,24±0,07	0,33±0,01 <sup>A</sup>	0,25±0,20	0,23±0,04 <sup>B</sup>
7	C14:0	18,28±2,46	20,65±0,53 <sup>A</sup>	18,62±2,31	15,78±1,89 <sup>B</sup>
8	C14:1	1,02±0,16	1,24±0,01 <sup>A</sup>	1,08±0,26 <sup>a</sup>	0,89±0,18 <sup>B</sup>
9	C15:0	1,53±0,65	2,27±0,03 <sup>A</sup>	1,66±0,33 <sup>a</sup>	1,99±0,15 <sup>B</sup>
10	C16:0	36,74±2,69	37,30±0,20 <sup>A</sup>	36,33±4,40	31,65±2,29 <sup>B</sup>
11	C16:1	1,30±0,25	1,31±0,03	1,39±0,05	1,27±0,07
12	C17:0	0,83±0,11	0,82±0,02	0,74±0,10	0,86±0,03
13	C17:1	0,20±0,65	0,22±0,01	0,19±0,02	0,22±0,02
14	C18:0	10,60±1,76	8,06±0,20 <sup>B</sup>	9,06±1,66	11,89±1,16 <sup>A</sup>
15	C18:1n-9t ω9	2,49±0,69	1,91±0,02 <sup>B</sup>	2,28±1,23	3,81±0,94 <sup>A</sup>
16	C18:1n-9c ω9	14,89±4,04	12,42±0,82 <sup>B</sup>	15,17±3,92	19,48±2,54 <sup>A</sup>
17	C18:2n-6t ω6	0,10±0,05	0,07±0,003 <sup>B</sup>	0,10±0,05	0,19±0,07 <sup>A</sup>
18	C18:2n-6c ω6	0,91±0,07	0,81±0,07 <sup>B</sup>	1,18±0,55	1,67±0,43 <sup>A</sup>
19	C18:3n-6 ω6	0	0	0	0,001±0,003
20	C18:3n-3 ω3	0,22±0,09	0,17±0,01 <sup>B</sup>	0,15±0,10	0,27±0,03 <sup>A</sup>
21	C18:2n-9c,11t 6 ω6(CLA)	0,56±0,35	0,40±0,05 <sup>B</sup>	0,54±0,54	1,07±0,40 <sup>A</sup>
22	C18:2n-10t,12c 6 ω6(CLA)	0,03±0,04	0,02±0,001	0,01±0,03	0,05±0,01
23	C20:0	0,17±0,03	0,12±0,01 <sup>B</sup>	0,16±0,06	0,22±0,05 <sup>A</sup>
24	C20:1	0,06±0,05	0,07±0,01	0,09±0,04	0,13±0,03
25	C20:2 ω6	0,01±0,02	0,01±0,002 <sup>B</sup>	0,01±0,02	0,03±0,01 <sup>A</sup>
26	C22:0	0,04±0,03	0,04±0,01 <sup>B</sup>	0,12±0,07	0,08±0,02 <sup>A</sup>
27	C20:3n-6	0,01±0,01 <sup>B</sup>	0,02±0,003	0,04±0,01 <sup>A</sup>	0,04±0,01
28	C22:2 ω6	0,01±0,01	0,01±0,001	0,003±0,01	0,01±0,01
29	C24:0	0,03±0,02	0,02±0,01	0,02±0,02	0,04±0,01
	Menor (C16)	30,79±4,21	36,18±1,44 <sup>A</sup>	31,75±4,00	27,02±3,45 <sup>B</sup>
	Soma (C16)	38,04±2,45	38,61±0,23 <sup>A</sup>	37,74±4,45	32,93±2,30 <sup>B</sup>
	Maior (C16)	31,16±6,39	25,21±1,21 <sup>B</sup>	30,46±8,34	40,05±5,59 <sup>A</sup>
	AGS (C18)	19,20±5,28	15,81±0,93 <sup>B</sup>	19,46±6,45	26,54±4,40 <sup>A</sup>

AGI (C18)	1,83±0,44	1,96±0,07	1,99±0,29	2,22±0,20
AGS	78,17±5,62	81,32±0,98 <sup>A</sup>	77,67±6,20	70,87±4,24 <sup>B</sup>
AGI	21,82±5,56	18,68±0,98 <sup>B</sup>	22,28±6,25	29,13±4,24 <sup>A</sup>

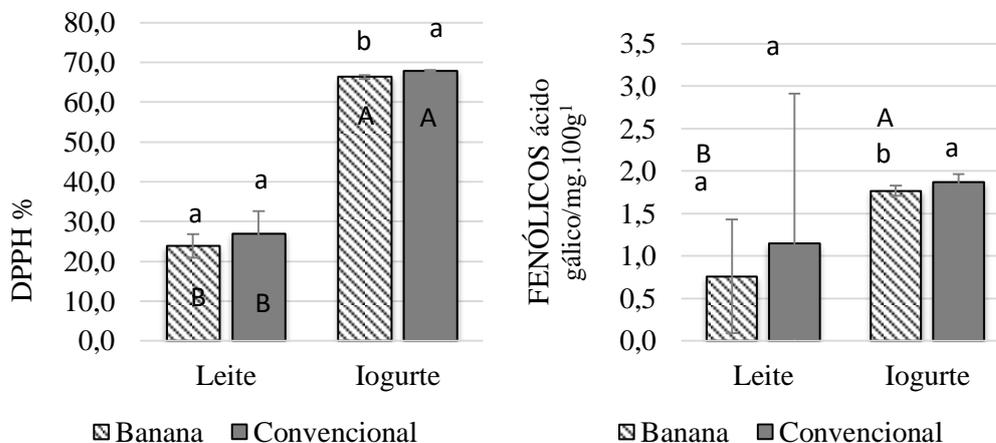
Valores com letras maiúsculas diferentes diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) entre produtos do mesmo tratamento. Ácido graxo ômega-9 ( $\omega$  9), ácido graxo ômega-6 ( $\omega$  6), ácido graxo ômega-3 ( $\omega$  3), ácido linoleico conjugado (CLA), ácidos graxos de cadeia curta (menor C 16), ácidos graxos de cadeia média (Soma C 16), ácidos graxos de cadeia longa (Maior C 16). Ácidos graxos saturados de cadeia longa (AGS C18), ácidos graxos insaturados de cadeia longa (AGI C18). Soma dos ácidos graxos saturados (AGS), soma dos ácidos graxos insaturados (AGI). Os resultados são expressos g por 100g de gordura.

Não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para nenhum dos ácidos graxos detectados entre os leites (LCONV e LBAN), indicando comportamento e características semelhantes nos processos digestivos em ambos os casos. Collomb et al. (2008), em estudo suíço com vacas leiteiras criadas em um sistema de agricultura orgânica e vacas alimentadas com uma dieta tradicional de alta forragem, não encontraram diferenças significativas no teor de AGS da gordura dos leites. Porém, o leite orgânico foi caracterizado por concentrações mais altas de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia ramificada, em particular os ácidos graxos  $\omega$ 3 e o CLA.

### Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante por eliminação de radicais livres do DPPH e teor de fenólicos dos leites e dos iogurtes são apresentados na Figura 3.

Figura 3. Atividade antioxidante em DPPH (%) e teor fenólico (ácido gálico em  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) em relação ao leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV), leite oriundo de vacas alimentadas com substrato da banana (LBAN), para os iogurtes do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (IICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN) com período de estocagem de 14 dias.



Média de três valores de cada batelada  $\pm$  desvio padrão. Valores com letras minúsculas distintas diferem significativamente em relação aos tipos de leite de cada produto. Valores com letras maiúsculas distintas diferem significativamente entre produtos do mesmo tipo de leite ( $p < 0.05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Foi observada uma diferença significativa entre as amostras após o período de armazenamento de 14 dias dos iogurtes (ICONV e IBAN) tanto para DPPH ( $p = 0.0001$ ) como para o teor de fenólicos ( $p = 0.0386$ ).

Não houve diferença significativa no teor de DPPH e compostos fenólicos para as amostras de leite. O ICONV mostrou ( $p = 0.0386$ ) maior teor de fenólicos ( $1,87 \pm 0,09$ ) e consequentemente, ( $p = 0.0001$ ) maior porcentagem do DPPH ( $67,86 \pm 0,29$ ). O teor de compostos fenólicos, geralmente baixos em leites, é responsável por parte da atividade antioxidante transferida para o leite. Compostos estes que são facilmente degradáveis pelo mecanismo de desintoxicação de compostos fenólicos que os ruminantes têm por microorganismos no rúmen, o que interfere para que as concentrações do mesmo, secretadas no leite, sejam muito baixas (GAGNON et al., 2009).

Foi observado um aumento significativo nos valores de porcentagem de DPPH e no teor de compostos fenólicos nos iogurtes comparados aos leites, exceto para o teor de fenólicos do leite para o iogurte convencional. Conforme estudos de Lamothe et al. (2014), a capacidade de interação dos polifenóis com as proteínas resulta na interferência da capacidade antioxidante através destes complexos, reduzindo o número de grupos hidroxila pela diminuição da capacidade de doação de elétrons, melhorando significativamente a estabilidade oxidativa. As proteínas do leite são consideradas a fonte mais importante de peptídeos bioativos encontrados nos hidrolisados de proteínas e nos produtos lácteos fermentados. Segundo Power, Jakeman e FitzGerald (2013), a funcionalidade do iogurte é aprimorada ainda mais pela liberação de peptídeos bioativos, durante a fermentação láctica, com alta capacidade antioxidante. Os possíveis efeitos antioxidantes das frações de iogurte podem ser devidos ao caseinofosfopeptídeos, peptídeo originário da caseína, capaz de inibir a oxidação (FARVIN et al., 2010).

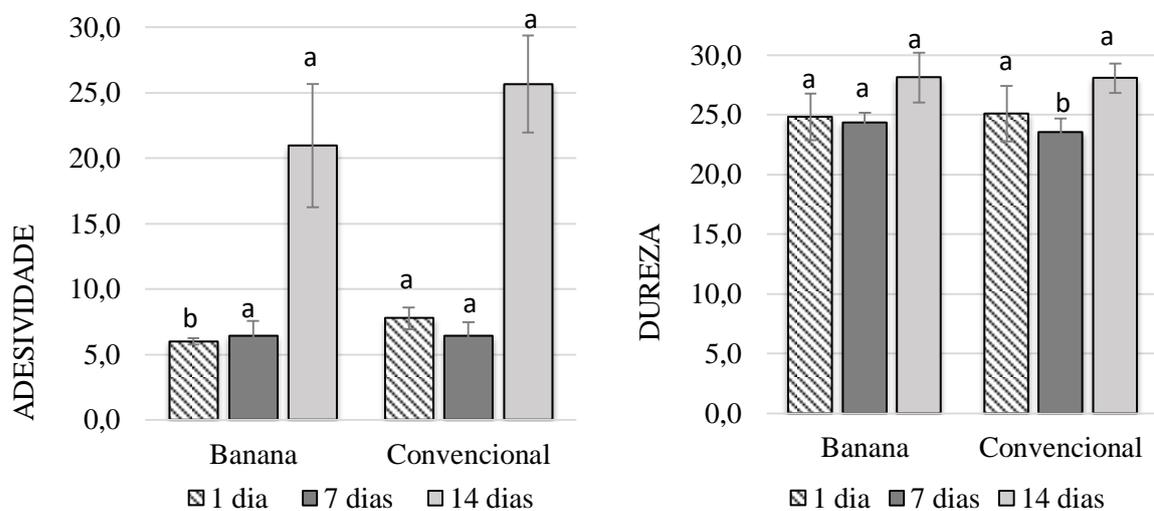
Conte (2017), em avaliação da composição do leite e de seu poder antioxidante, observou que a adição do subproduto da banana em até 54% da matéria seca da dieta, não alterou sua composição e positivamente melhorou o teor de polifenóis, o FRAP e a ABTS do leite. Todavia, a presente pesquisa, realizada com leites oriundos de fazendas comerciais nas quais eram utilizadas dietas sem qualquer interferência científica, não corroborou os dados apresentados por aquele autor, considerando o enfoque à inclusão do subproduto na dieta

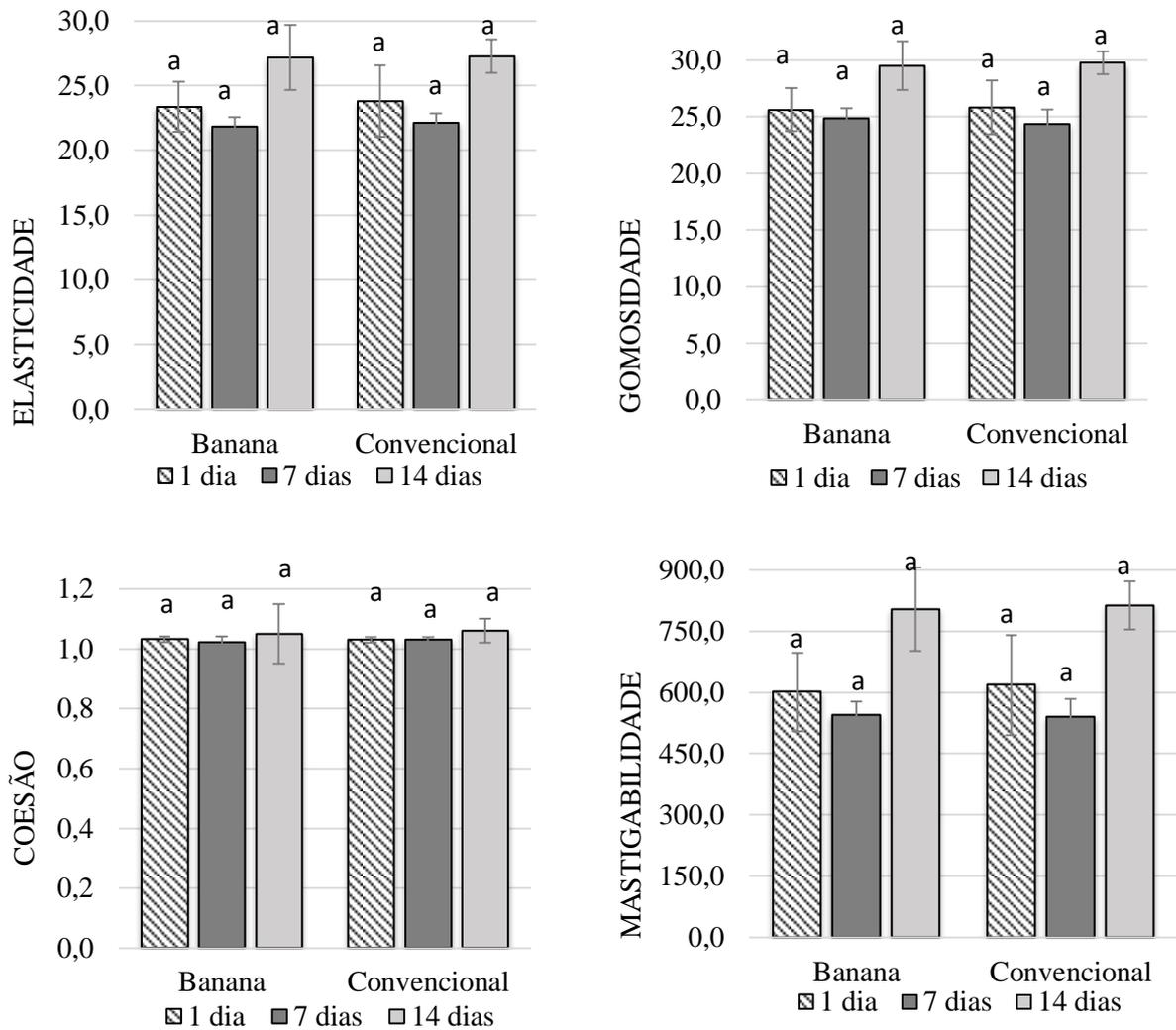
como alternativa à silagem de milho. Na presente pesquisa, a inclusão do subproduto da banana foi de 45,5% da matéria seca da dieta. Neste cenário, sugere-se que ou o nível de inclusão do subproduto da banana deva ser de fato mais elevado, para que os mesmos efeitos sejam observados ou que, outras pesquisas sejam desenvolvidas para confirmar o possível efeito benéfico da inclusão deste subproduto no leite ou em seus subprodutos.

### Perfil de textura

Na figura 4 estão expressos os parâmetros da análise do perfil de textura dos iogurtes do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN) no período de estocagem por 14 dias em temperatura de 4°C.

Figura 4. Características de textura, do iogurte do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e do leite de vacas alimentadas com subproduto da banana (IBAN), dos parâmetros adesividade (mJ), dureza (N), elasticidade (mm), gomosidade (N), coesão e mastigabilidade (mJ) em função dos tratamentos no tempo de armazenamento.





Média de três valores de cada batelada  $\pm$  desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra, dentro do mesmo dia entre tipos de leite, não apresentam diferença significativa pelo teste de Fisher-Snedecor (5%).

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Todos os parâmetros tiveram comportamentos, aparentemente estáveis e semelhantes durante o período de estocagem refrigerada, não havendo diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para ICONV e IBAN no final do período. Estudos de NGUYEN et al. (2018), apresentaram resultados em que esse comportamento após o resfriamento, foi devido ao inchaço das partículas de caseína que aumentam as áreas de contato entre elas, resultando em uma rede de proteínas mais rígida e estável.

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas apenas para características de adesividade e dureza, nos dias 1 ( $p=0.0007$ ) e 7 ( $p=0.0402$ ), respectivamente. Enquanto a adesividade mostra a adesão do iogurte à sonda, e quanto maior a adesividade, mais espesso é o iogurte, a dureza do iogurte reflete diretamente seu estado de gel e, quanto maior a dureza, melhor a coagulação do iogurte (FENG et al., 2019). Sendo assim, ICONV mostrou-se um

produto mais espesso e IBAN um gel com boa coagulação. Estudos, com resultados semelhantes, foram realizados por Zhao, et al. (2006), que confirmaram que a adesividade é um fator importante e teve um efeito positivo na estabilidade dos iogurtes, sendo que isso resultou em boas características de textura e a estabilidade dos iogurtes durante o armazenamento.

A dureza do gel está, possivelmente, ligada a integridade e a coerência da rede de proteínas, e isso foi demonstrado nas imagens da microestrutura eletrônica realizada no presente trabalho, com redes resistentes, sem rupturas, com baixo desprendimento de soro, indicando gel firme.

O tratamento térmico é um fator considerado crítico na produção do iogurte em relação a textura. Variações tempo-temperatura de 80 a 85 °C por 30 min, e 90 a 95 °C por 5 min, são consideradas adequadas para a produção de iogurte de alta qualidade, porque o aquecimento induz a desnaturação da  $\beta$ -lactoglobulina que interage com a  $\kappa$ -caseína na superfície da micela de caseína por ponte de dissulfeto, o que resulta em maior firmeza do gel; portanto, um aquecimento intenso prejudicaria essa interação. Opostamente, o iogurte preparado com leite não aquecido ou tratado inadequadamente é caracterizado por textura pobre, gel e firmeza fracos (LEE & LUCEY, 2010; SOUKOULLIS et al., 2007). Deste modo foi observado que os leites receberam tratamento térmico adequado antes da fermentação, pois ambos apresentaram textura satisfatória.

Ainda no período de armazenamento foram avaliados o pH e porcentagem de ácido láctico para verificação da estabilidade e influência na textura. Houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) apenas nos resultados do pH inicial entre os iogurtes, ICONV ( $4,59 \pm 0,06$ ) e IBAN ( $4,52 \pm 0,09$ ). Porém, no final do período de armazenamento ambos não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) tanto para porcentagem de ácido láctico como para pH e, permaneceram estáveis, indicando a interrupção da ação da cultura iniciadora pelo armazenamento a frio (EL ZAHAR et. al., 2004).

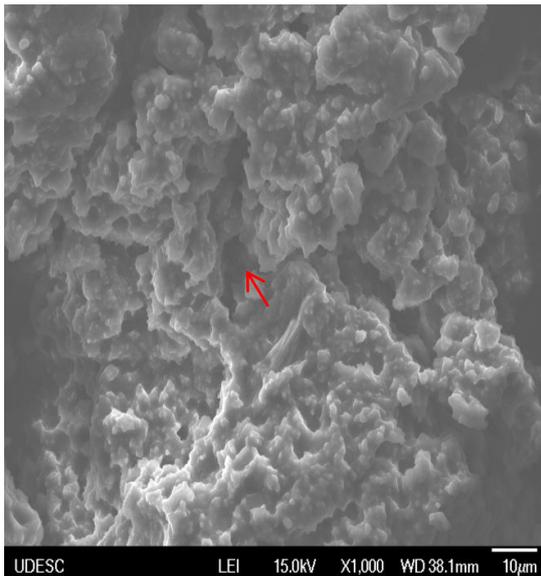
### **Microscopia eletrônica de varredura**

A microestrutura do iogurte foi observada por microscopia eletrônica de varredura nas amostras do ICONV e IBAN com 1 e 14 dias de armazenamento refrigerado a 4°C, como demonstrado na Figura 5. Segundo Nguyen et al. (2013), a microestrutura do iogurte descreve o arranjo de proteínas, gorduras e outros componentes em uma rede de gel tridimensional que é formada e desenvolvida durante a fermentação e tem influência direta na reologia e na textura do produto.

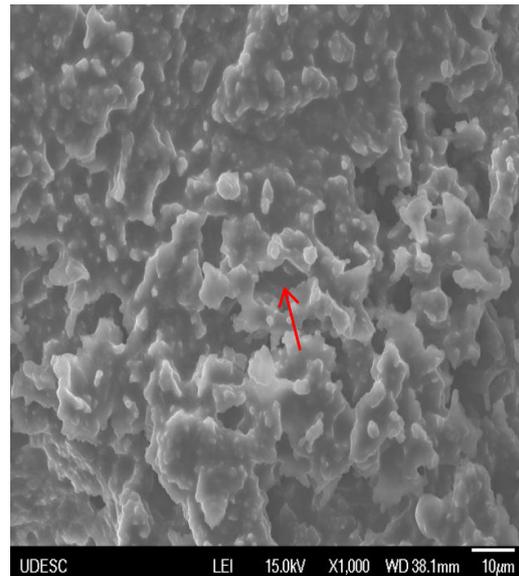
As amostras exibiram uma microestrutura porosa, ramificação contínua, indicação de gel firme, com aparência homogênea sem presença de rupturas visíveis na rede e comportamentos bem semelhantes entre elas. Essa semelhança pode ser explicada pelo fato de se tratar de leites oriundos de uma mesma espécie animal, assim as amostras dispõem de micelas de caseínas semelhantes em tamanho e porções. Ao contrário dos resultados dos estudos de Nguyen et al. (2018), que ao compararem leites de diferentes espécies animais, observaram diferenças nas propriedades físico-químicas das proteínas do leite como a proporção de frações de caseína ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\kappa$ ) e para o tamanho das micelas de caseína, com mais efeitos divergentes na microestrutura da formação da rede de gel do que a quantidade.

Figura 5. Microscopia eletrônica de varredura do iogurte elaborado com leite convencional e com leite de vacas alimentadas com subproduto da banana nos períodos de armazenamento de 1 e 14 dias, de ampliação 1000 vezes.

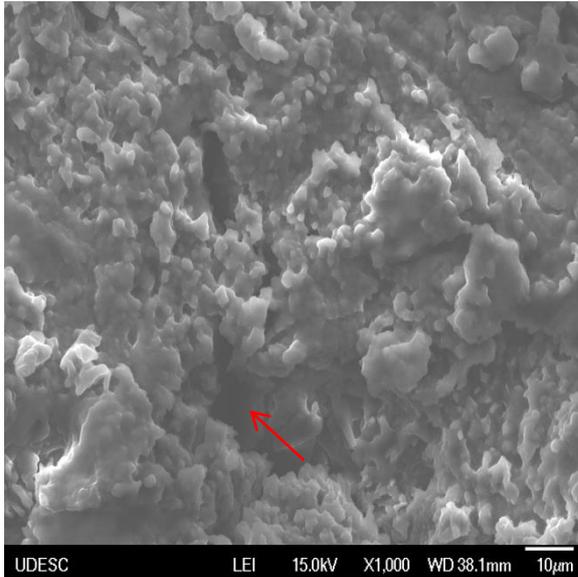
ICONV 1 dia



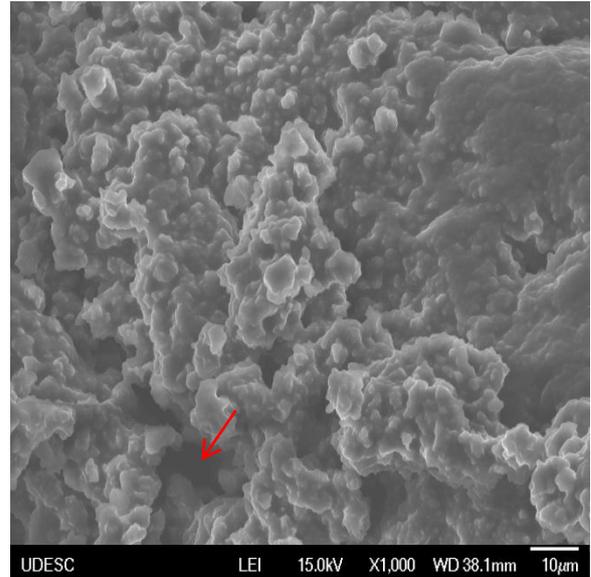
IBAN 1 dia



ICONV 14 dias



IBAN 14 dias



Iogurtes oriundo do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e com silagem de banana (IBAN) com 1 e 14 dias de estocagem a temperatura de 4°C.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Durante o armazenamento a 4°C também foi observado um comportamento semelhante entre as amostras, e considera-se que houve uma manutenção da rede e quase nenhuma diferença em relação ao tempo de estocagem ou uma leve impressão de mais compactação em rede mais ramificada e interconectada. Esse efeito é esperado devido aos resultados estáveis, apresentados nesse período de armazenamento, quanto a porcentagem de ácido láctico e pH. Estudos mostraram que a  $\alpha$ -caseína é a responsável por manter as micelas unidas em temperaturas baixas, causando um comportamento de intumescimento das micelas de caseína e na estrutura da rede de proteínas, sendo influenciado por variações de pH (MIOCINOVIC et al., 2016).

A imagem mostrou a formação da rede com poros ou espaços vazios, conforme indicado na figura, que representa a presença da fase aquosa, diferente de um iogurte batido, por exemplo, que apresentaria formação de aglomerados em rede fraca. Nos estudos de Lee & Lucey (2010), os autores afirmaram que o diâmetro desses poros varia consideravelmente, com poros maiores em géis feitos com alta temperatura de gelificação ou na presença de glóbulos de gordura (grandes) que obscurece os detalhes de poros e fios.

### Análise de cor

Os resultados das análises de cor para L\*, a\* e b\* são apresentados na Tabela 4. Os parâmetros foram avaliados entre as amostras e entre o período de armazenamento em 1, 7 e 14

dias. Os valores de  $L^*$  são referentes a luminosidade ou “brancura da amostra”. Segundo, García-Pérez et al. (2005), a intensidade da cor branca no leite resulta da presença de partículas coloidais, como glóbulos de gordura do leite e micelas de caseína, capazes de espalhar a luz. No período de 7 dias houve uma variação nos valores de  $L^*$  para os dois casos, o que pode estar relacionado a uma maior concentração de moléculas (menor luminosidade) e consequentemente reduções na água livre do produto, voltando a apresentar maiores valores na avaliação dos 14 dias onde foi observado um maior desprendimento de soro. Os valores de  $L^*$  não se diferiram estatisticamente entre as amostras, bem como entre os períodos de armazenamento ( $p>0,05$ ).

Tabela 4. Variações no índice de cor para iogurte oriundo do leite de vacas alimentadas com silagem de milho (ICONV) e com subproduto da banana (IBAN) durante 14 dias de armazenamento a 4°C.

<b>Índice de cor (média ± desvio padrão)</b>			
	<b>Período (dias)</b>	<b>ICONV</b>	<b>IBAN</b>
<b>L*</b>	01	62,50± 3,59 <sup>a</sup> A	62,15 ±6,05 <sup>a</sup> A
	07	59,65± 4,35 <sup>a</sup> A	58,99 ± 0,22 <sup>a</sup> A
	14	68,16± 2,09 <sup>a</sup> A	70,27 ± 1,22 <sup>a</sup> A
<b>a*</b>	01	-7,16± 0,62 <sup>a</sup> A	-6,83 ± 0,24 <sup>a</sup> AB
	07	-6,69± 0,38 <sup>a</sup> A	-6,34 ± 0,12 <sup>a</sup> B
	14	-7,54± 0,19 <sup>a</sup> A	-7,35 ± 0,05 <sup>a</sup> A
<b>b*</b>	01	11,72± 0,08 <sup>a</sup> A	9,67 ± 0,31 <sup>b</sup> AB
	07	11,61± 0,50 <sup>a</sup> A	9,17 ± 0,23 <sup>b</sup> B
	14	12,60± 0,42 <sup>a</sup> A	10,37 ± 0,28 <sup>b</sup> A

Os resultados são a média de três valores de cada batelada ± desvio padrão. Valores seguidos por mesma letra minúscula em cada linha não apresentam diferenças significativas ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos em cada parâmetro. Valores seguidos por mesma letra maiúscula em cada coluna não apresentam diferenças significativas ( $p<0,05$ ) entre os tempos de armazenamento para cada parâmetro de cor, dentro de cada tipo de iogurte.

A cor  $b^*$ , quando maior que zero, vai em direção ao amarelo e quando menor que zero vai em direção ao azul. Os resultados foram mais altos para ICONV, indicando coloração mais amarelada neste iogurte. Resultado esperado conforme coloração inicial do leite. Foi observado diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para esse parâmetro, entre os iogurtes, nos três períodos analisados, e para o IBAN os valores, ao longo do armazenamento a 4°C, na avaliação dos 7 dias de armazenamento, expressaram diferenças estatísticas ( $p<0,05$ ) em

relação a avaliação dos 14 dias. Em estudos, Azevedo, et al. (2014), destacam os compostos do leite como lactose, lipídios e minerais, como responsáveis pela determinação desta coloração.

Na Tabela de cores,  $a^*$  maior que zero vai em direção ao vermelho,  $a^*$  menor que zero vai em direção ao verde. Os valores de  $a^*$  foram negativos, o que representa coloração “esverdeada”, com maior intensidade no final do período de armazenamento com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para IBAN. Isso pode ser explicado por um maior desprendimento de soro observado visualmente em ambos os iogurtes. O soro de leite contém riboflavina, componente verde, que pode ser o responsável pelos valores da coloração  $a^*$  nas amostras (SHIRAI et. al., 1992).

### **Análise sensorial**

Os dados desta pesquisa mostram que, por meio do teste Duo-trio, os julgadores não detectaram diferença nos atributos sabor e aroma para as amostras quando comparadas as notas, dadas pelos 78 julgadores, para as amostras de leite oriundo de vacas alimentadas com silagem de milho (LCONV) e as notas do leite oriundo de vacas alimentadas com subproduto da banana (LBAN). O mesmo foi observado para as amostras de iogurtes produzidos com ambos os leites. Estes dados indicam que a alimentação das vacas com subproduto de banana não influenciou perceptivelmente no aroma e sabor do leite e do iogurte. Isto pode ser explicado pela ausência de transferência de compostos voláteis (advindos das diferentes alimentações animal para o leite) capazes de influenciar sabores (BOVOLENTA et al., 2014), ou por se tratar de um produto não maturado, o que, intensificaria possíveis sabores resultantes destes compostos.

O grau de aceitação dos produtos, indicado pela escala Hedônica, mostram que não houve diferença entre as notas atribuídas aos produtos sendo que o LCONV obteve uma média de nota 6,89 e LBAN 6,84, indicando um grau de aceitação equivalente a “gostei ligeiramente”. Resultados semelhantes foram observados nos iogurtes com nota 6,73 para o ICONV e 6,91 para o IBAN, indicando que as amostras expressaram semelhança nos atributos de aceitação geral. Estudos sensoriais com iogurtes adicionados de doçura (BORTOZOLO; QUADROS, 2007), obtiveram notas médias de aceitação superiores ao do presente trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de dieta alternativa, a base de subproduto da banana em substituição a silagem de milho, não alterou a composição do leite nem o perfil de ácidos graxos do mesmo. Entretanto, após a fermentação, o iogurte do leite oriundo das vacas alimentadas com a dieta alternativa mostrou queda no teor de ácidos graxos saturados e aumento nos ácidos graxos insaturados, em sua maioria os de cadeia longa ( $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$ ) e CLA indicando que esse iogurte pode ser uma fonte considerável desses ácidos graxos, inclusive dos essenciais. O iogurte mostrou maior estabilidade oxidativa em relação ao leite. O resultado sensorial expressou um bom índice de aceitabilidade dos produtos. A alimentação alternativa não alterou, perceptivelmente, o aroma e sabor do leite e do iogurte, mostrando que o uso do subproduto da banana na dieta de vacas leiteiras, não influencia a transferência de compostos orgânicos indicadores de sabor.

## REFERÊNCIAS

- Aloglu, H.S. and Oner, Z. (2011). Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yoghurt. **Journal of Dairy Science**. 94, 5305–5314.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. (2016). Official methods of analysis of analytical chemistry, 17 ed. Washington.
- Asensio-Vegas, C. et al. (2018). Development of yoghurt from ovine milk with enhanced texture and flavour properties. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 1.
- Atoui, A. K. et al. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, 89(1), 27–36.
- Azevedo, V. M. et al. (2014). Propriedades de barreira, mecânicas e ópticas de filmes de concentrado proteico de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.69, n.4, p.237-247.
- Bauman, D.E. & Griinari, J.M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15 –29.
- Bortolozo, E. Q.; Quadros, M. H. R. (2007). Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 01, n. 01, p. 37-47.
- Bovolenta, S. A. et al.(2014). Volatile compounds and sensory properties of Montasio cheese made from the milk of Simmental cows grazing on alpine pastures, **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 7373–7385.
- Boylston, T. D.; Beitz, D. C. (2002). Conjugated Linoleic Acid and Fatty Acid Composition of Yogurt Produced from Milk of Cows Fed Soy Oil and Conjugated Linoleic Acid. **Journal of Food Science**, v.67, n.5, p.1973–1978.
- Brasil. (2006). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Seção 1, p. 8, Diário Oficial da União.
- Collomb, H. et al. ( 2008 ) Fatty acid content of milk from mountain Switzerland: comparison of organic and integrated farming systems. **International Dairy Journal** 18 976 – 982.
- Conte, R.A. (2017). Conservação e utilização do subproduto da banana como alimento alternativo para vacas leiteiras. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, SC.
- Coşkun H, Ondül E.(2004). Free fatty acid accumulation by mesophilic lactic acid bacteria in cold-stored milk. **Journal of Microbiology**. 42(2):133-138.
- Couto Filho, C. C. C. et al. (2007). Qualidade da silagem de resíduo de manga com diferentes aditivos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1537-1544.

- El Zaha, K. et al. (2004). Proteolysis of ewes caseins and whey proteins during fermentation of yoghurt and storage. Effect of the starters used. **Journal of Food Biochemistry** 28 319–335.
- Farvin, S. K. H. et al. (2010). Activity of yoghurt peptides: Part 1- in vitro assays and evaluation in  $\omega$ -3 enriched milk. **Food Chemistry**, Vol.123(4), pp.1081-1089.
- Feng, C. et al. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. **Food Chemistry**, v. 277. p. 238 - 245.
- Gagnon, C. et al. (2009). Rumen metabolism of linseed (*Linum usitatissimum*) lignans to mammalian lignan enterolactone and its concentration in ruminal fluid, plasma, urine and milk of dairy cows. **Journal of Nutrition**. 102, pp. 1015 – 1023.
- García-Pérez, F. J. et al. (2005). Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. **Color Research and Application**, v. 30, n. 6, p. 457-463.
- Grazyna, C. et al. (2017). Natural antioxidants in milk and dairy products. **International Journal of Dairy Technology**, 70 (2) (2017), pp. 165-178.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Análise Sensorial, Brasília, Capítulo VI, 4<sup>o</sup> ed.: ANVISA, p. 279 – 320.
- ISO – International Organization for Standardization. (1978). Animal and Vegetable Fats and Oils – Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids. Geneva: ISO. Method ISO 5509, 1-6.
- Jenkins, T.C.; McGuire, M.A. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**. 89(4), p. 1302-1310.
- Korhonen, H.; Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. **International Dairy Journal**. 16, pp. 945 – 960.
- Lamothe, S. et al. (2014). Interaction of green tea polyphenols with dairy matrices in a simulated gastrointestinal environment. **Food & Function**, 5, 2621 – 2631.
- Lee, W. J.; Lucey, J. A. (2010). Formation and physical properties of yogurt. Asian-Australasian. **Journal of Animal Sciences**. 23 (9), pp. 1127 – 1136.
- Marseglia, A. et al. (2013). Cyclopropyl and  $\omega$ -cyclohexyl fatty acids as quality markers of cow milk and cheese. **Food Chemistry**, v.140, n.4, p.711–716.
- Melo, M. T. P. De et al. (2017). Cheese and milk quality of F1 Holstein x Zebu cows fed different levels of banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Vol.39(2), pp.181-187.
- Miocinovic, J., Z. et al. (2016). Rheological and textural properties of goat's milk and cow's milk yogurt. **Jornal Internacional Dairy**. 58, pp. 43 – 45.
- Murphy, J.J.; Connolly, J.F.; McNeill, G.P. (1995). Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapessed and maize distillers grains on grass-silage based diets. **Livestock Production Science**. 44:1-11.

- Nguyen, Hth; Afsar, S.; Day, L. (2018). Differences in microstructure and rheological properties of low-fat yogurts from goat, sheep and cow milk. **Food Research International**, 108, 423-429.
- Nguyen, Hth. (2013). The microstructure and physicochemical properties of buffalo probiotic yogurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yogurt. **Food and Bioprocess Technology**, 7 (4), 937–953.
- Power, O.; Jakeman, P.; FitzGerald, R.J. (2013). Antioxidative peptides: enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. *Amino Acids*. 44 (3): 797-820.
- Rafiq, S. et al. (2016). Chemical composition, nitrogen fractions and milk amino acid profile of different animal species. *Asian-Aus. Journal of Animal Science*. , 29 , pp. 1022 – 1028.
- Santos, G.T. et al. (2014). Production, composition, fatty acids profile and stability of milk and blood composition of dairy cows fed high polyunsaturated fatty acids diets and sticky coffee hull. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, vol.57 no.4. p. 493-503.
- Serafeimidou, A. et al.(2013). Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.31, n.1, p.24–30, 2013.
- Shirai, K, et al. ( 1992). Production of a yogurt-like product from plant foodstuffs and whey. Substrate preparation and fermentation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 59:199–204.
- Soukoulis, C. et al. (2007). Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. **Journal of Dairy Science**. Athens, Greece . V.90:2641–2654.
- Toral, P. G. et al. (2011). Tannins as feed additives to modulate ruminal biohydrogenation: Effects on animal performance, milk fatty acid composition and ruminal fermentation in dairy ewes fed a diet containing sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, 164(3-4), 199-206.
- Uallah, S. (2005). The effect of severity of mastitis on protein and fat contents of buffalo milk. **Pakistan Veterinary Journal** . 25:1-4.
- Wang, B. N. (2011). Distribution of phenolic acids in different tissues of jujube and their antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59, 1288 – 1292.
- Yuliarti, O. (2019). Influence of combination carboxymethylcellulose and pectin on the stability of acidified milk drinks. **Food Hydrocolloids**. v 89, p. 216–223.
- Zhao, Q-Z, (2006). Effect of Casein Hydrolysates on Yogurt Fermentation. **Food Technology and Biotechnology** 44429–434.