UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BÁRBARA LAÍS UNGLAUBE SCHMIDT

**Efeito da suplementação com óleo de canola sobre a qualidade da manteiga e
muçarela**

Pirassununga

2016

BÁRBARA LAÍS UNGLAUBE SCHMIDT

Efeito da suplementação com óleo de canola sobre a qualidade da manteiga e muçarela

VERSÃO CORRIGIDA

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.

Pirassununga

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

S349e	<p>Schmidt, Bárbara Laís Unglaube Efeito com suplementação com óleo de canola sobre a qualidade da manteiga e muçarela / Bárbara Laís Unglaube Schmidt. -- Pirassununga, 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia. Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal. Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.</p> <p>1. Alimento funcional 2. Ácido oleico 3. Nutrição de ruminantes 4. Saúde humana. I. Título.</p>
-------	---

DEDICATÓRIA

*“Que nenhuma família comece em qualquer de repente
Que nenhuma família termine por falta de amor...”*

(Pe. Zezinho)

Aos meus pais, pela educação, incentivo e exemplo.

O apoio e amor de vocês foram indispensáveis para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu irmão pelo incentivo.

Ao Paulinho, pelo amor, companheirismo e força.

Aos meus familiares e amigos que sempre torceram por mim.

*“Amigo é coisa pra se guardar debaixo de sete chaves...dentro do coração...” (Milton
Nascimento)*

Mateus, Nathália e Janaína vocês são mais que grandes amigos, são meu apoio.

A vocês dedico este trabalho!!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus caminhos, dar-me forças nesta caminhada e sempre me proteger.

A minha família, pelo incentivo, carinho e apoio.

Ao Paulinho pelo apoio e carinho.

A Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, pela importância em minha vida em toda minha formação.

Ao Professor Dr. Arlindo Saran Netto, meu orientador, pela oportunidade, ensinamentos, paciência e confiança.

A Professora Dra. Roberta Ariboni Brandi pelos ensinamentos, paciência, apoio e amizade.

Ao Professor César Gonçalves de Lima pelo auxílio na análise estatística.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos funcionários do estábulo leiteiro do campus: João Paulo, Vitor, Bala, Tio Zé, Tadeu, Valmir e Coelho pelo auxílio nas atividades do período experimental.

Aos que auxiliaram no desenvolvimento da etapa experimental: Mellory, Bárbara, Joyce, João, André, Cristian, Katiéli e Giovana.

Ao pessoal do laticínio: Seu Osvaldo, Sílvia e Aline pelo auxílio no processamento do leite e pela amizade.

A todos os professores da FZEA pela importância na minha formação profissional.

As funcionárias do Laboratório Multiusuário de Saúde Animal e Segurança Alimentar, Andreia e Júlia, e a Professora Dra. Ana Maria Centola Vidal pelo auxílio no desenvolvimento das análises microbiológicas.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia, Rose, Rosilda e Rafael pelo auxílio nas análises.

A funcionária Roice do Laboratório de Microbiologia e Micotoxycologia dos Alimentos pelo auxílio nas análises.

Ao Maurício pela ajuda na análise estatística.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho meu mais profundo agradecimento.

“Comece por fazer o que é necessário, depois faça o que é possível e em breve estará fazendo o que julgava ser impossível.”

São Francisco de Assis.

RESUMO

SCHMIDT, B.L.U. **Efeito da suplementação com óleo de canola sobre a qualidade da manteiga e muçarela.** 2016. 80f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

A sociedade está cada vez mais exigente com relação à qualidade dos produtos consumidos e se preocupa com os benefícios para a saúde. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de níveis de óleo de canola na dieta de vacas sobre amanteiga e muçarela, buscando produtos mais saudáveis para o consumo humano. Foram utilizadas 18 vacas Holandesas, em estágio intermediário de lactação, com produção média de 22 ($\pm$ 4) Kg de leite/ dia, as quais foram distribuídas em dois quadrados latinos 3x3 contemporâneos e receberam as dietas experimentais: T1- Controle (0% de inclusão de óleo); T2- 3% de inclusão de óleo de canola e T3- 6% de inclusão de óleo de canola. O perfil lipídico foi determinado através de cromatografia gasosa, além da avaliação de qualidade nutricional, realizada através de equações utilizando os ácidos graxos obtidos no perfil lipídico, análises físico-químicas determinadas pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz e análises microbiológicas. Houveram problemas durante processamento do leite, gerando alterações de tecnologia de fabricação do produto manteiga, obtendo-se outro produto, o creme de leite, ao invés de manteiga, além de prejuízos na qualidade microbiológicas do creme de leite e muçarela. A inclusão de óleo de canola na dieta em lactação reduziu quadraticamente os ácidos graxos de cadeia curta e proporcionou aumento quadrático dos ácidos graxos de cadeia longa, dos ácidos graxos insaturados e ácidos graxos monoinsaturados na muçarela. A relação ácidos graxos saturados/ ácidos graxos insaturados (AGS/ AGI) e a relação ômega-6/ômega-3, assim como os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, na muçarela, reduziram linearmente 25,68%, 31,35%; 32,12% e 21,78%, respectivamente, quando comparando T1 e T3. No creme de leite, houve redução linear dos ácidos graxos de cadeia curta e média, bem como, os ácidos graxos saturados e a relação ácidos graxos saturados/ ácidos graxos insaturados (AGS/ AGI) em 41,07%; 23,82%; 15,91% e 35,59%, respectivamente, enquanto os ácidos graxos de cadeia longa, ácidos graxos insaturados e ácidos graxos monoinsaturados aumentaram linearmente 41,40%; 28,24% e 32,07%, nesta ordem, quando comparando T1 com T3. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade reduziram de forma linear, enquanto o índice h/H (razão ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos) aumentou linearmente. A composição físico-química de ambos derivados e o rendimento da muçarela não apresentaram efeito significativo com a inclusão do óleo de canola, exceto a proteína bruta da muçarela que apresentou aumento linear e a gordura do creme de leite que

apresentou efeito quadrático. As análises microbiológicas mostram contagens muito elevadas de microrganismos, sugerindo que os produtos não apresentam qualidade microbiológica, decorrente da ausência do processo de pasteurização do creme e da baixa eficiência do tratamento térmico aplicado ao leite destinado a produção da muçarela. Conclui-se que a adição de óleo de canola na dieta de vacas lactantes proporciona muçarela e creme de leite mais saudáveis para o consumo humano, pois apresentaram perfil lipídico mais rico em ácidos graxos insaturados, além da série ômega-3 e ácido oleico, entretanto, devido a problemas de processamento, estes produtos obtidos, não estão aptos ao consumo devido à ausência de qualidade microbiológica.

Palavras-chave: alimento funcional; ácido oleico; nutrição de ruminantes; saúde.

ABSTRACT

SCHMIDT, B.L.U. **Effect of supplementation with canola oil on the quality of butter and mozzarella.** 2016. 80f. M.Sc. Dissertation - Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2016.

Society is increasingly demanding with regard to the quality of the products consumed and worries about the health benefits. In this context, the objective was to evaluate the effect of inclusion of canola oil levels in cows diet on amanteiga and mozzarella, seeking healthier products for human consumption. 18 Holstein cows were used in middle stage of lactation, with average production of 22 ($\pm$ 4) kg of milk / day, which were distributed in two 3x3 squares contemporary Latin and received the experimental diets: T1- control (0% of inclusion oil); T2 3% inclusion of canola oil and T3 6% canola oil inclusion. The lipid profile was determined by gas chromatography, in addition to evaluation of nutritional quality, performed using equations using fatty acids obtained in the lipid profile, physical and chemical analysis determined by the methodology of the Institute Adolfo Lutz and microbiological analysis. There were problems during processing of milk, generating fabrication technology changes butter product to give another product, the cream instead of butter, as well as losses in the microbiological quality of milk cream and mozzarella. The canola oil inclusion in the diet of lactating quadratically reduced the short-chain fatty acids and yielded quadratic increase in long-chain fatty acids, unsaturated fatty acids and monounsaturated fatty acids in the mozzarella. The ratio saturated fatty acid / unsaturated fatty acids (SFA / UFA) and the ratio omega-6 / omega-3 as well as the contents of atherogenicity and thrombogenicity in mozzarella, linearly decreased 25.68%, 31.35%; 32.12% and 21.78%, respectively, when comparing T1 and T3. In cream, there was a linear reduction of the fatty acids of short and medium chain, as well as saturated fatty acids and the ratio saturated fatty acid / unsaturated fatty acids (SFA / UFA) in 41.07%; 23.82%; 15.91% and 35.59% respectively, while long chain fatty acids, unsaturated fatty acids and monounsaturated fatty acids 41.40% increased linearly; 28.24% and 32.07%, in that order, when comparing T1 to T3. The index atherogenicity and thrombogenicity reduced linearly, while the ratio h / H (ratio hypocholesterolemic hypercholesterolemic fatty acids) increased linearly. The physical and chemical composition of both derivatives and the income of mozzarella no significant effect with the inclusion of canola oil, except the crude protein of mozzarella that showed a linear increase and fat cream which showed a quadratic effect. Microbiological analyzes show very high scores of microorganisms, suggesting that the products do not present microbiological quality, due to the absence of the cream pasteurization process and low efficiency of the thermal treatment of the milk for the production of mozzarella. We conclude that the addition of canola oil in the diet of lactating cows provides mozzarella and healthier cream for

human consumption, as presented richer lipid profile in unsaturated fatty acids, as well as omega-3 series and oleic acid, however because of processing problems, the products obtained are not apt for consumption due to the lack of microbiological quality.

Key-words: functional food; oleic acid; ruminant nutrition; health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Vias metabólicas na formação de CLA.	21
Figura 2- Fluxograma de processamento do queijo tipo muçarela.....	45
Figura 3- Fluxograma de processamento do creme de leite.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ingredientes e composição química das dietas experimentais	42
Tabela 2- Perfil lipídico da muçarela oriunda do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/ 100g AG).....	50
Tabela 3- Perfil lipídico do creme de leite oriundo do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/ 100g AG).....	52
Tabela 4- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a qualidade nutricional da fração lipídica da muçarela (g/ 100g AG)	57
Tabela 5- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a qualidade nutricional da fração lipídica do creme de leite (g/ 100g AG).....	58
Tabela 6- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a composição e rendimento da muçarela.....	63
Tabela 7- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a composição do creme de leite.....	64
Tabela 8- Efeito suplementação com óleo de canola na qualidade microbiológica da muçarela.....	67
Tabela 9- Efeito suplementação com óleo de canola na qualidade microbiológica do creme de leite.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácido graxo de cadeia curta
AGCL	Ácido graxo de cadeia longa
AGCM	Ácido graxo de cadeia média
AGI	Ácido graxo insaturado
AGMI	Ácido graxo monoinsaturado
AGPI	Ácido graxo poli-insaturado
AGS	Ácido graxo saturado
CLA	Ácido linoleico conjugado
CNF	Carboidrato não fibroso
CT	Carboidrato total
DHA	Ácido docosahexaenóico
DPA	Ácido docosapentaenóico
EE	Extrato etéreo
EPA	Ácido eicosapentaenóico
FDA	Fibra em detergente ácido
FDAi	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
h/H	Relação hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico
IA	Índice de aterogenicidade
IT	Índice de trombogenicidade
LDL	Lipoproteínas de baixa densidade
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. Alimentos funcionais	16
2.2. Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes	18
2.3. Canola.....	24
2.4. Derivados Lácteos.....	25
2.4.1. Manteiga e Creme de Leite	25
2.4.2. Muçarela	28
2.5. Ácidos graxos e saúde humana	31
2.6. Desenvolvimento de microrganismos.....	36
3. OBJETIVOS	39
4. HIPÓTESE.....	40
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
5.1. Local.....	41
5.2. Animais, instalações e manejo de ordenha.....	41
5.3. Dietas experimentais.....	41
5.4. Análises Bromatológicas da Dieta.....	42
5.5. Delineamento experimental.....	43
5.6. Colheita, processamento e amostragem.....	43
5.7. Análise perfil de ácidos graxos.....	47
5.8. Determinação da qualidade nutricional	47
5.9. Análises Físico- Químicas.....	48
5.10. Análise microbiológica	48
5.10.1. Bactérias Lácticas.....	49
5.10.2. Bactérias Proteolíticas	49
5.10.3. Bolores e Leveduras.....	49
5.10.4. Bactérias Lipolíticas.....	49
5.11. Rendimento.....	50
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
7. CONCLUSÃO.....	69

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
--	-----------

1. INTRODUÇÃO

Atualmente inúmeras pesquisas têm demonstrado a tendência de os consumidores estarem mais seletivos, influenciados principalmente pela preocupação com a saúde, assim buscam alimentos mais saudáveis; uma vez que a sociedade moderna, pela sua complexidade, dispense menor tempo possível no preparo de suas refeições, gerando muitas vezes uma refeição distante da ideal, o que associado a uma vida agitada e ao sedentarismo podem acarretar no desenvolvimento de uma série de doenças.

Nesta busca por alimentos mais saudáveis foi desenvolvido o conceito de alimentos funcionais, os quais além de apresentarem as propriedades nutricionais exercem benefícios ao organismo.

A inclusão de óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados (AGI) na dieta de vacas lactantes é vista como alternativa promissora, uma vez que esta prática melhora a qualidade nutricional do leite e seus derivados.

A suplementação de óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados é capaz de alterar o perfil de ácidos graxos do leite, proporcionando aumento nos ácidos graxos insaturados e do ácido linoleico conjugado (CLA), concomitantemente os ácidos graxos saturados (AGS) são reduzidos. Com a alteração do perfil lipídico do leite também há a alteração do perfil de ácidos graxos dos derivados, uma vez que o leite é a matéria-prima para a fabricação desses.

Um importante aliado a saúde humana é o ácido linoleico conjugado. Derivado do metabolismo do ácido linoleico apresenta potencial efeito anticarcinogênico, antiaterogênico, auxilia na redução da gordura corporal, melhora a mineralização óssea e o sistema imune.

Outros ácidos graxos de suma importância para a manutenção da saúde são os ácidos linoleico (18:2 n-6) e α -linolênico (18:3 n-3), os quais são essenciais, sendo necessária a suplementação pois não são sintetizados pelo organismo.

Óleo de soja, de girassol, de linhaça, de amendoim, de algodão e de canola são exemplos de óleos empregados na alimentação de vacas leiteiras capazes de alterar o perfil de ácidos graxos do leite, e conseqüentemente, dos derivados lácteos. O óleo de canola é rico em ácidos graxos insaturados, sendo os principais os ácidos oleico, linoleico e α -linolênico, entretanto, há escassez de literatura sobre seu uso no Brasil.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação do óleo de canola na dieta de vacas em lactação sobre a qualidade da manteiga e muçarela, uma vez que há escassez de literatura sobre o óleo de canola para vacas em lactação e efeitos sobre os derivados lácteos, ressaltando assim, a importância de desenvolver pesquisas nesta área. Estes derivados foram escolhidos na tentativa de concentrar os ácidos graxos do leite, assim uma pequena porção consiga suprir a demanda diária de ácidos graxos essenciais entre outros benéficos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alimentos funcionais

Alimentos funcionais são aqueles que desempenham funções relativas ao metabolismo e fisiologia do organismo, sendo capazes de exercerem benefícios ao crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais no organismo (BRASIL, 1999).

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas. Geralmente são apresentados na forma de alimentos comuns e consumidos em dietas convencionais. Entretanto, devem demonstrar capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças (MORAES; COLLA, 2006).

Os alimentos funcionais tiveram origem por volta de 1980 no Japão, em virtude do programa japonês (Programa FOSHU- Foods for Specified Health Use) para redução de custos de seguro saúde e medicamentos, voltado principalmente à população que estava se tornando mais velha, incentivando metodologias que pudessem melhorar a expectativa de vida a longo prazo (IKEDA et al., 2010).

O mercado de alimentos funcionais vem crescendo rapidamente, principalmente devido à busca dos consumidores por hábitos de vida mais saudáveis (SZAKÁLY et al., 2012).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (2014), o mercado de alimento funcional vem crescendo e ganhando força com arrecadação anual de US\$ 4 bilhões. Estima-se que o mercado de alimentos funcionais cresça

38% até 2017, passando para arrecadação de US\$ 207 bilhões; sendo que em 2011 o negócio faturou US\$ 150 bilhões.

O desenvolvimento de alimentos funcionais parece ser uma tendência de longo prazo com importante potencial de mercado; sendo as pesquisas fundamentais para o suporte das tomadas de decisões de consumo, investimentos privados e regulamentações governamentais (BIGLIARDI; GALATI, 2013).

De acordo com Anjo (2004), devido à ampla divulgação pela imprensa da relação entre alimentação e saúde, a preocupação da sociedade ocidental com os alimentos tem aumentado de forma exponencial. Uma grande quantidade de novos produtos que supostamente proporcionam saúde tem sido apresentada pela indústria alimentícia diariamente.

Dentre os componentes dos alimentos funcionais estão: as fibras dietéticas, os açúcares alcoólicos ou açúcares de baixa energia, os aminoácidos, os ácidos graxos insaturados, os fitoesteróis, as vitaminas e minerais, os antioxidantes, as bactérias ácido-lácticas e outras substâncias excitantes ou tranquilizantes. Destes componentes supracitados, os ácidos graxos insaturados (mono e poli-insaturados), podem ser destacados.

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o mais representativo é o ácido oléico, característico do azeite de oliva, do abacate e das azeitonas (MORAES; COLLA (2006); ANJO (2004)); enquanto nos ácidos graxos poli-insaturados, destacam-se as séries ômega-3 e 6. Os ácidos graxos da série ômega-3 são encontrados em peixes de água fria (salmão, atum, truta, sardinha, bacalhau), mariscos, óleo de linhaça e canola, sendo desta série os principais ácidos graxos o ácido α -linolênico, o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA). Fontes da série ômega-6 na dieta são alguns óleos vegetais como óleo de soja, milho, girassol, cártamo e óleo da semente de algodão, sendo os ácidos linoleico e araquidônico os principais desta série (RUSSO, 2009). Esses ácidos protegem o sistema cardiovascular, reduzem os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e aumentam os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL) (ARABBI, 2001).

Os ácidos graxos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) são considerados essenciais, uma vez que não são sintetizados pelo organismo, podem ser encontrados na gordura corporal em quantidades muito pequenas, o que faz necessário sua presença na dieta (COSTA et al., 2009); são necessários para

manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos, participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo (MARTIN et al., 2006). Estes ácidos graxos são sintetizados apenas por organismos vegetais, e juntamente com seus derivados, formam as famílias dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3, respectivamente.

Os CLAs são encontrados principalmente em produtos dos ruminantes como carne e leite, resultados de pesquisas têm sugerido diversas ações biológicas dos CLAs, como propriedades anticarcinogênicas, redução da gordura corporal (antiobesidade), proteção contra aterosclerose, síndromes metabólicas, sistema imune, entre outros. Ênfase aos isômeros cis-9, trans-11 e trans-10 e cis-12 tem sido dada, sendo que o primeiro parece ser mais eficaz como anticarcinogênico e o segundo por apresentar efeitos associados ao metabolismo de lipídeos (NUNES; TORRES, 2010).

2.2. Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias de hidrocarbonetos variando de 4 a 36 átomos de carbono (C4 a C36), sendo que em alguns ácidos graxos, essa cadeia é não-ramificada e completamente saturada e, em outros, a cadeia contém uma ou mais duplas ligações. Na maioria dos ácidos graxos monoinsaturados, a ligação dupla está entre o C9 e C10; enquanto que nos ácidos graxos poli-insaturados são encontradas no C12 e no C15 (LEHNINGER, 2006). Os átomos de carbono dos ácidos graxos são numerados a partir do terminal carboxílico, sendo o carbono da extremidade oposta a carboxila (carbono da metila), denominado de carbono ômega (ω), assim um ácido graxo ômega-3(ω -3), apresenta uma dupla ligação no terceiro carbono contando a partir do carbono ω (carbono da metila); ocorrendo o mesmo com um ácido graxo ômega-6(ω -6), entretanto, a dupla ligação será no sexto carbono a partir do carbono ω (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008).

Os lipídeos desempenham uma gama de diversas funções no organismo como principal forma de armazenamento de energia e membranas celulares, funcionam como pigmentos (carotenos), co-fatores (vitamina K), detergentes (sais

biliares), transportadores, hormônios, mensageiros celulares, etc. (LEHNINGER, 2006).

Em virtude das proporções de carbono, hidrogênio e oxigênio nas gorduras serem maiores que nos carboidratos, essas fornecem 2,25 vezes mais calor e energia na oxidação (ANDRIGUETTO et al., 1999). Este valor de 9,0 Mcal/Kg de energia fornecida pela gordura depende que esta seja absorvida e fique a disposição para ser metabolizada (energia metabolizável), variando, portanto, em função da digestibilidade da fonte de gordura (VENTURELLI, 2011).

Com o objetivo de alterar o perfil de ácidos graxos do leite, carne e seus produtos, a inclusão de diversas fontes de lipídeos insaturados vem sendo incorporada na alimentação animal, além dos outros benefícios como o aumento da densidade energética das rações. Alguns ingredientes adicionados aos concentrados com esta finalidade são alguns óleos como de girassol, de canola, de soja, de linhaça, entre outros.

A gordura do leite tem em sua composição ácidos graxos de cadeias curtas e média, sintetizados a partir de ácidos graxos produzidos no rúmen (acetato e butirato) e ácidos graxos de cadeia longa, que derivam da absorção da gordura intestinal ou de reservas de gordura acumuladas e mobilizadas. Apresenta, em média, 70% de ácidos graxos saturados, 25% de ácidos graxos insaturados e 5% de ácidos graxos poli-insaturados (SILVA, 2006).

Os lipídeos são utilizados na alimentação de ruminantes como alternativa de aumentar a energia das rações, principalmente em vacas leiteiras no início de lactação, resultante de sua elevada densidade calórica para manipular a fermentação ruminal. Entretanto, os lipídeos podem alterar a fermentação ruminal dependendo da quantidade e da fonte, sendo que os lipídeos insaturados e ácidos graxos de cadeia curta apresentam maiores efeitos na fermentação ruminal em relação aos lipídeos saturados e ácidos graxos de cadeia longa. A fermentação de carboidratos estruturais é reduzida quando lipídeos são adicionados à dieta, dependendo esta redução da fonte de fibra e do lipídeo adicionado; enquanto que a fermentação ruminal do amido não é influenciada. Outro evento observado é a redução do número de protozoários ruminais, resultando em um maior fluxo de proteína microbiana para o intestino, além da redução na concentração de amônia ruminal devido à menor proteólise e reciclagem de bactérias em consequência do menor número de protozoários; e aumento na produção de propionato e diminuição

da metanogênese (redução de bactérias metanogênicas principalmente por ácidos graxos insaturados com 18 carbonos) (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

De acordo com Freitas Jr. (2008), durante o processo de digestão e absorção de lipídeos em ruminantes, há três possíveis destinos dos ácidos graxos provenientes das rações, a oxidação, a transferência para o leite e a deposição na gordura corporal. As transformações que ocorre nos lipídeos da dieta alteram a composição e o perfil dos ácidos graxos que chegam ao duodeno. Estas alterações são decorrentes dos processos de lipólise e bio-hidrogenação (FERNANDES, 2007).

A lipólise inicia o processo de metabolismo dos lipídeos no rúmen através da hidrólise destes em ácidos graxos e glicerol, os quais seguem para o processo de bio-hidrogenação, o qual consiste na adição de hidrogênio nas duplas ligações, resultando em aumento do grau de saturação desses ácidos graxos (MAIA, 2011). O processo de bio-hidrogenação atua como uma defesa das bactérias ruminais para que estas possam sobreviver, uma vez que os ácidos graxos insaturados são tóxicos as bactérias, sendo a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* a maior responsável por este processo (REIS, 2013).

Para que ocorra a bio-hidrogenação, os lipídios da dieta sofrem inicialmente a hidrólise das ligações éster, catalisadas pelas lipases microbianas. Os ácidos graxos insaturados livres sofrem então a isomerização da dupla ligação *cis*-12, tanto no ácido linoléico como no ácido α -linolênico, formando as duplas ligações conjugadas contendo a ligação *trans*-11. O CLA *cis*-9, *trans*-11 é formado então como intermediário transitório na bio-hidrogenação do ácido linoléico. A seguir ocorre a redução das ligações *cis*, com formação do ácido vacênico (C18:1, *trans*-11), intermediário comum para os ácidos linoléico e α -linolênicos. O último passo no processo de bio-hidrogenação é a redução final do ácido vacênico até o ácido esteárico (LEITE, 2006)

Figura 1- Vias metabólicas na formação de CLA.

Fonte: Adaptado de COLLOMB *et al.* (2006).

Uma das formas de se elevar o conteúdo de CLA na gordura do leite é aumentar o consumo de ácidos graxos poli-insaturados com 18 carbonos, assim fornecendo mais substrato para bio-hidrogenação, sendo a adição de óleos vegetais ricos nestes ácidos graxos à dieta uma boa fonte de gorduras insaturadas (COSTA *et al.*, 2009).

Segundo Oliveira *et al.* (2009), dentre os alimentos que apresentam maior quantidade de ácido linoléico conjugado (CLA), destacam-se produtos de origem animal como carne e leite, sendo encontrado 80 a 90% do isômero C18:2 *cis*-9, *trans*-11. Os queijos e outros produtos derivados de leite também são excelentes fontes de CLA (BESSA *et al.*, 2000).

Na pesquisa de Maia *et al.* (2006), foram avaliados os efeitos da inclusão (5,1%) de fontes de óleos (arroz, canola e soja) na dieta de cabras Saanen sobre a produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. Os pesquisadores observaram diminuição das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e média, enquanto os teores ácidos graxos de cadeia longa, ácido linoléico conjugado

(CLA), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1 n-9) foram aumentados na gordura do leite. Além disso, foram constatados a redução dos ácidos graxos saturados, aumento nas concentrações de ácidos graxos mono (AGMI ou MUFA) e poli-insaturados (AGPI ou PUFA) e da relação AGPI/ AGS.

Oliveira et al. (2009), estudando a composição química e o perfil de ácidos graxos no leite e na muçarela proveniente de búfalas que receberam óleo e grão de soja como fonte lipídica na dieta, observaram aumento nos ácidos graxos superior a 18 carbonos na dieta com óleo de soja. Os teores de CLA e ácido vaccênico aumentaram com a inclusão de lipídeos, principalmente na dieta com óleo de soja; proporcionando um aumento de 275% da concentração de CLA em relação ao tratamento controle, enquanto que o tratamento com grão de soja proporcionou um aumento de 32% de CLA em relação à dieta sem lipídeos adicionais. O tratamento com óleo de soja proporcionou concentração de ácidos graxos monoinsaturados 23% maior que o tratamento controle. Além disso, as fontes lipídicas reduziram as concentrações de ácidos graxos saturados e aumentaram as de ácidos graxos insaturados, sendo que no geral, o perfil de ácidos graxos no leite e no queijo muçarela foi semelhante. Em ordem decrescente, os principais ácidos graxos presentes na muçarela foram: ácido palmítico, oléico, láurico e esteárico.

Bayourthe, Enjalbert e Moncoulon (2000), alimentando vacas Holandesas com cinco dietas, sendo: uma mistura extrusada de farelo de canola e sementes de canola (Tratamento 1), farelo de canola e sementes de canola inteiras (Tratamento 2), farelo de canola e sementes de canola moídas (Tratamento 3) e tratamento 4, farelo de canola adicionado de sais de cálcio de ácidos graxos do óleo de canola, observaram uma tendência na redução na proporção de ácidos graxos com menos de 18 carbonos do leite em todos os tratamentos quando comparados ao tratamento controle (dieta baseada em silagem de milho) (Tratamento 5). Para C10:0 o efeito foi significativo nos tratamentos mistura extrusada de farelo de canola e sementes de canola e farelo de canola adicionado de sais de cálcio de ácidos graxos do óleo de canola, enquanto para C12:0; C14:0 e C16:0 houve efeito significativo para todos os tratamentos. Entretanto, houve aumento significativo na proporção total de C18 em todos os tratamentos.

Chichlowski et al. (2005) utilizando sementes de canola na dieta de vacas Holandesas, notaram no perfil lipídico do leite destes animais, aumento 28% na proporção de ácidos graxos de cadeia longa (≥ 18 carbonos), redução na proporção

de ácidos graxos de cadeia curta e média (25% e 22%, respectivamente) e uma menor relação de ácidos graxos ômega 6/ ômega 3 (n-6 / n-3) (aumento de 19% na concentração de ácidos graxos ômega 3), além de maior proporção de ácido vacênico e tendência do teor de ácido linoleico conjugado cis-9, trans-11 ser mais elevado.

Estudando a influência de lipídeos da dieta na composição de ácidos graxos e estrutura de triglicerídeos na gordura do leite de vacas Holandesas, DePeters et al. (2001), utilizaram óleo de canola como suplementação lipídica (Tratamento 1- controle (dieta basal sem adição de óleo); Tratamento 2- dieta basal com óleo de canola adicionado a porção de concentrado da dieta para fornecer 1,6% de gordura; Tratamento 3- dieta basal com aproximadamente 330g de óleo de canola infundido diretamente no rúmen e Tratamento 4- Dieta basal com cerca de 330g de óleo de canola infundido diretamente no abomaso) e notaram que em todos os tratamentos houve aumento do teor de ácido oléico comparado ao controle, sendo os tratamentos 2 e 3, os que apresentaram alto teor de ácido oléico por provável ação da dessaturase mamária estearoil-CoA com dessaturação de C18:0 a C18:1.

Jenkins (1998), avaliando a composição de ácidos graxos do leite de vacas Holandesas alimentadas com oleamida ou óleo de canola, obteve redução da proporção de ácidos graxos saturados igual ou menor que 16 carbonos na gordura do leite tanto para o tratamento com oleamida como para dieta com óleo de canola, sendo o efeito da oleamida na redução maior que o do óleo de canola. Ambos suplementos, oleamida e óleo de canola, aumentaram C18:1 no leite, sendo o maior aumento pela oleamida. A concentração do ácido graxo C18:0 do leite também foi aumentada quando os animais foram alimentados com o óleo de canola, entretanto não foi alterada com a suplementação de oleamida. A adição de óleo de canola a dieta proporcionou aumento de 12,2% no teor de C18:1 do leite em comparação ao teor do leite do tratamento controle, o que sugere o escape de alguns ácidos graxos insaturados da dieta do processo de bio-hidrogenação.

Na maioria das pesquisas encontradas na revisão de literatura realizada, a utilização de canola dá-se na forma de sementes ou farelo, sendo relatados poucos trabalhos com o uso de óleo.

2.3. Canola

A canola (*Brassica napus*) é uma planta oleaginosa, desenvolvida no Canadá, apresenta esta denominação devido à sigla *Canadian Oil Low Acid*. Desenvolvida a partir de variedades de colza, apresenta baixos teores de ácido erúico (menos que 2%) e glicosinolatos; podendo ser uma boa alternativa para suplementação lipídica (TOMM, 2015). É uma das mais importantes oleaginosas crescentes em várias partes do mundo, apresentando em sua composição 93% de ácidos graxos insaturados e 7% de ácidos graxos saturados, dentre os ácidos graxos insaturados, 61% é representado pelo ácido graxo monoinsaturado, ácido oleico, 21% pelo ácido linoleico e 11% pelo ácido α -linolênico (OMIDI et al., 2010).

Além dos ácidos graxos desejáveis, a canola também contém compostos bioativos benéficos a saúde como tocoferóis (vitamina E) e carotenoides, os quais, tem recebido grande atenção, uma vez que são supressores de radicais livres atuando como antioxidantes naturais (FLAKELAR et al., 2015).

No agronegócio mundial, a canola tem grande importância, uma vez que ocupa a terceira posição do óleo vegetal mais consumido no mundo todo (FLAKELAR et al., 2015). O consumo mundial de óleo de canola tem crescido mundialmente, uma vez que médicos e nutricionistas indicam este produto como alimento funcional a pessoas interessadas em dietas mais saudáveis, devido à sua excelente composição lipídica (TOMM, 2015).

Para agricultura brasileira, a canola se torna uma alternativa para diversificação de culturas de inverno, além de contribuir na geração de renda pela produção dos grãos e no seu beneficiamento; também contribui reduzindo a ocorrência de doenças, fazendo com que o trigo semeado no inverno subsequente produza mais, com melhor qualidade e menor custo de produção (TOMM, 2015). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estima-se que em 2015 a área plantada de canola seja cerca de 47,1 mil/ha.

Por conter aproximadamente 40,5% de óleo, a semente de canola, torna-se uma oleaginosa de grande interesse na produção de biodiesel (HENTZ, 2010). De acordo com Velho (2009), o grão de canola apresenta teor de ácido oléico e linoleico superior ao grão de soja, sendo que, mesmo após a extração dos óleos, os farelos destes grãos apresentam maior proporção de oléico e linoléico. Outros grãos e óleos

de oleaginosas como linhaça e girassol têm sido utilizados como fontes para aumentar o teor de CLA do leite, além da canola e soja.

Kennely (1996), relata que em suas pesquisas a inclusão de grãos de canola (fornecendo 310 g/dia; 520 g/dia e 820 g/dia de lipídeo) ou óleo de canola (fornecendo 560 g/dia de lipídeo) na dieta de vacas alteram o perfil da gordura do leite, diminuindo a concentração de ácidos graxos de cadeia curta e média e aumentando as concentrações dos ácidos graxos de cadeia longa e ácidos graxos insaturados, sendo que o perfil lipídico do leite de vacas alimentadas com óleo de canola foi semelhante ao perfil lipídico do leite de animais alimentados com quantidade equivalente de lipídeos na forma de grãos de canola.

Embora possa ser mais oneroso alimentar vacas com dietas contendo óleo de canola devido a sua competição na alimentação humana, gerar produtos de origem animal enriquecidos e com o perfil lipídico modificado pela inclusão deste óleo na dieta, passa ser uma alternativa para consumidores que buscam alimentos mais saudáveis com características nutracêuticas.

2.4. Derivados Lácteos

Muitos pesquisadores têm preferido trabalhar com derivados de leite como queijos, manteiga, entre outros, pois as quantidades de determinados ácidos graxos no leite *in natura* são diminutas, assim com ingestão de uma pequena quantidade destes alimentos, o consumo de determinados ácidos graxos poderia ser maior (VELHO, 2009).

2.4.1. Manteiga e Creme de Leite

A manteiga é responsável por fornecer, em média, 28 kcal de energia/ per capita/ dia e considerada uma fonte rica em CLA apresenta em sua composição 15,9 g de água, 717 Kcal de energia ou mesmo 2999 KJ de energia; 0,9 g de proteína; 81,1 g de gordura total e 0,1 g de lactose, em 100g de produto oriundo de leite bovino (FAO, 2013).

Considerada uma invenção secular, a manteiga é citada no Veda Hindu, sendo um registro histórico datado de 3500 anos. Na ocasião os Hindus valorizavam as vacas de acordo com a quantidade de manteiga obtida através de seu leite. Na

Grécia e Roma antiga a manteiga foi utilizada como remédio. Os romanos preferiam a manteiga com flavor ranço, ao produto fresco. Utilizavam a manteiga como pomadas, aplicando nos cabelos, sobre queimaduras e queimaduras nos olhos (LAMPERT, 1970).

A manteiga é obtida pela aglomeração dos glóbulos de gordura do leite através batadura do creme na manteigueira, neste processo há a desestabilização da emulsão de gordura em água e aglomeração dos glóbulos de gordura; há uma inversão de fases, onde a emulsão de gordura em água, torna-se emulsão de água em gordura (WILBEY, 1994). Contém mais de 80% de gordura, a qual se encontra parcialmente cristalizada, sendo o processo de batadura facilitado em temperaturas ao redor de 15-20°C, com a acidificação do creme, desta forma, a manteiga é considerada um produto tipicamente de regiões temperadas (WALSTRA et al., 2001).

Segundo Walstra, Wouters e Geurtes (2006), podem ocorrer algumas variações: a manteiga obtida a partir da nata fermentada (acidificada), a de creme doce e a manteiga com e sem adição de sal. Inicialmente, o sal era adicionado como conservante, atualmente, passou a ser incorporado para potencializar o *flavor*, além disso, a acidificação do creme ocorria inevitavelmente, devido ao tempo para obtenção do creme por desnate por gravidade, o que agora é praticado intencionalmente adicionando cultura de microrganismos produtores de ácido.

De acordo com os autores supracitados, os requisitos mais importantes para a manteiga e sua produção são:

1. Flavor: off-flavors podem ser evitados principalmente quando são causados por lipólise e por contaminantes voláteis, sendo este último, dissolvido prontamente na gordura, exemplo de off-flavors causado por alimentos são a silagem.
2. Vida de prateleira: Deterioração por microrganismos podem causar severo off-flavors, geralmente a deterioração envolve bolores e leveduras, devido ao pH baixo da fase aquosa para o desenvolvimento bacteriano. A lipólise gera flavor ranço, com gosto de sabão, sendo produzida por lipases formadas por microrganismos psicrotróficos presentes talvez no leite. Além disso, pode ocorrer autooxidação, principalmente por períodos prolongados de estocagem, mesmo a baixas temperaturas (-20°C).

3. Consistência: a firmeza da manteiga está grandemente ligada aos cristais de gordura agregados no processamento. A consistência pode causar problemas uma vez que a espalhabilidade e a firmeza dependem fortemente na composição da gordura e da temperatura.
4. Cor e Homogeneidade: Estes itens raramente são causas de problemas, pois são fáceis de se obter. A coloração amarela é devido a presença de β -Caroteno.
5. Rendimento: Pode haver perda de gordura no desnate e no leiteiro, se há teor de água abaixo do limite legal, isto também significa perdas de rendimento.
6. Sub-produtos: Às vezes o leiteiro é desejável, podendo ser utilizado na forma de bebidas (bebida láctea).

Keogh (2006), afirma que o processo de fabricação da manteiga pode ser dividido em cinco etapas:

1. Concentração da gordura do leite por separação mecânica.
2. Cristalização da gordura do creme por resfriamento
3. Inversão de fase da emulsão gordura em água do creme por cisalhamento.
4. Remoção do leiteiro por drenagem
5. Formação de emulsão água em gordura viscoelástica por agitação.

Cada etapa é parcial, contudo, algumas etapas podem ser combinadas em alguns processos. A gordura do creme pode variar de 30-55% quando a manteigueira é usada de forma descontínua, sendo esta variação menor de 38-42% quando o sistema é contínuo. A pasteurização do creme ocorre de 10-30 segundos em temperatura de 85-110°C, reduzindo o número de microrganismos. O creme é resfriado a 2-5°C para cristalização da gordura. A batida do creme envolve cisalhamento a baixa temperatura, com a quebra parcial da emulsão gordura em água do creme e depois drenagem do leiteiro, concentrando a gordura a 80-82%. Após a drenagem do leiteiro, a manteiga é trabalhada para a produção da viscoelasticidade da emulsão água em gordura. O objetivo é reduzir a fase aquosa a 16% de água, no máximo, 2% de sólidos não gordurosos e a opção adicional de 2% de sal.

Soroa (1980) afirma que para a obtenção da nata (creme) existem processos distintos, podendo essa ser obtida por desnatação natural, através de repouso (por gravidade) ou por desnatação mecânica, empregando-se a desnatadeira, a qual é

mais eficiente, uma vez que o processo de desnate natural, além de demorado, desperdiça de 10-15% da nata.

A separação do creme por centrifugação é empregada pela indústria, pois além de ser mais rápida (mais higiênica), é mais completa. Este processo é alcançado através de um fluxo de passagem fazendo com que os glóbulos de gordura se movam muito rápido com a aceleração de centrifugação e limitando a distância que os glóbulos de gordura tem para se mover, por último, há a passagem para um compartimento muito mais delgado (WALSTRA; WOUNTERS; GEURTES, 2006).

O processo para obtenção do creme para produção de creme de leite é semelhante ao processamento para obtenção do creme para produção de manteiga. O leite pasteurizado (72°C por 15 segundos) é centrifugado (50°C) para obtenção do creme, o qual é padronizado a 36% de gordura, pasteurizado a 85°C por 30 minutos, resfriado a 5°C, armazenado em refrigeração (4°C por 24h), posteriormente homogeneizado e envasado. O processo de homogeneização é importante para manter a estabilidade na pasteurização UHT e na estocagem (WALSTRA; WOUNTERS; GEURTES, 2006).

Segundo a Portaria N°146 de 07 de março de 1996 o creme de leite é um produto lácteo oriundo do leite rico em gordura (emulsão de gordura em água), pode ser classificado como creme de baixo teor de gordura (leve ou semi-creme) apresentando teor de gordura entre 10 e 19,9%; creme, o qual apresenta teor de gordura entre 20 e 49,9% e creme de alto teor de gordura, sendo o teor mínimo de matéria gorda de 50% (BRASIL, 1996).

2.4.2. Muçarela

A muçarela é classificada como um queijo não curado, ou seja, fresco em conformidade com *General Standard for Cheese* (CODEX STAN 283-1978) e o *Standard for Unripened Cheese Including Fresh Cheese* (CODEX STAN 221-2001), feita por processamento da “massa filada”, a qual consiste de aquecimento da massa, e, em seguida, a filagem que consiste em “amassar” esta massa até que se torne lisa e sem grumos, que ainda quente é cortada e moldada e então firmada por arrefecimento (CODEX ALIMENTARIUS, 2013). É considerado um queijo

firme/semi-duro e apresenta, em média, na sua composição 53,9 g de água, 275 Kcal de energia ou mesmo 1148 KJ de energia; 22,1 g de proteína; 20,3 g de gordura total e 0,5 g de lactose, em 100g de produto (FAO, 2013).

Originalmente, a muçarela, foi produzida a partir do leite de búfala, entretanto, atualmente, é produzida com leite de vaca ou com a mistura do leite de vaca com búfala (WALSTRA; WOUNTERS; GEURTES, 2006).

Segundo Melo (2015), o queijo muçarela apresenta forma variável, podendo ser encontrado com peso de poucas gramas até vários quilos. De acordo com Corradini (2013), o queijo muçarela é ingrediente principal na pizza.

Segundo Banks (2000), os queijos são elaborados há mais de 10.000 anos, havendo relatos históricos que datam de 8.000 anos A.C. em países mediterrâneos.

Com a urbanização, o crescimento econômico, e principalmente aumento da renda de alguns países, há importante crescimento do consumo de produtos de origem animal. Apesar de uma tendência pela preferência de produtos cárneos (crescimento no consumo de 4% ao ano), também há aumento no consumo de produtos lácteos (crescimento no consumo de 2-3% ao ano), sendo a taxa de crescimento brasileira superior aos demais países (FAO, 2012).

O rendimento do queijo é principalmente influenciado pela composição do leite, composição do queijo e perdas de corte, além de outros fatores como pasteurização tipo da coalhada e contagem de microrganismos psicrótrófos (CORRADINI, 2013). Segundo Pietrowski et al. (2008), o rendimento da muçarela, geralmente, encontra-se entre 9,5 a 10,5 litros de leite por quilo de queijo.

Guinee e McSweeney (2006), afirmam que a gordura é o maior componente da composição da maioria dos queijos e que grandes variações no teor de gordura, resultam concomitantemente, em alterações nos teores de umidade, proteína e no rendimento dos queijos. Relatam que em pesquisas a redução do teor de gordura em queijos é acompanhada pelo aumento da concentração de umidade e proteína e redução dos níveis de gordura no extrato seco, umidade no extrato desengordurado e pH. O aumento do pH do queijo é conforme o teor de gordura é reduzida pode ser atribuído a concomitante diminuição dos níveis de umidade no extrato desengordurado, e, conseqüentemente, da taxa lactato/ proteína. Um pequeno aumento na umidade no extrato desengordurado, conduz relativamente a um grande aumento de água livre, levando a um aumento da atividade de microrganismos e enzimas e proteólise no queijo.

No processo de produção de queijos a caseína e a gordura são concentradas, enquanto outros componentes do leite, principalmente a água são removidos através do soro (WALSTRA; WOUNTERS; GEURTES, 2006).

O processo de produção de queijos envolve diferentes processos, sendo alguns essenciais para todos (ou quase todos) os tipos de queijos, sendo esses:

1. Coagulação do leite: A coagulação é obtida através de enzimas ou ácido, ou por ambos. As enzimas envolvidas removem fragmentos de caseína macropeptídeos da κ -caseína, resultando em micelas de paracaseína agregadas. O ácido é formado da lactose pelas bactérias ácido lácticas, dissolvendo o fosfato de cálcio coloidal das micelas e neutraliza cargas elétricas resultando em partículas que se agregarão. A agregação causa formação de uma cadeia de soro e glóbulos de gordura.
2. Remoção do soro: A liberação do soro é aumentada pelo corte e agitação da massa coalhada. A massa coalhada obtida apresenta de 10-30% do volume original de leite. Quanto mais seca e massa, mais a durabilidade do queijo.
3. Produção de ácido: É o processo de conversão de lactose em ácido láctico pelas bactérias ácido lácticas. O pH resultante da massa e do queijo afeta parâmetros como a liberação do soro da massa coalhada, a consistência e o processo de maturação.
4. Salga: O sal interfere na durabilidade, no flavor e na consistência dos queijos, afeta tanto diretamente como pelo seu efeito sobre a maturação.
5. Consistência dos grânulos de coalhada na consistência da massa: É de fácil manipulação. Além disso, o queijo pode adquirir uma crosta para proteger seu interior, a qual pode ser aumentada pressionada a massa.
6. Cura: A maturação é o fator determinante dos típicos flavor e textura de determinada variedade de queijo. É alcançada quando o queijo é mantido por determinado tempo em determinada condição.

O processo de pasteurização destrói os microrganismos presentes no leite, os quais poderiam ser patogênicos. Assim a adição de culturas de microrganismos específicos para processamento de queijos é necessária. Há variedades de culturas de microrganismos específicos para os tipos de queijos (WALSTRA; WOUNTERS; GEURTES, 2006).

Behmer (1999) descreve a produção do queijo tipo muçarela, consistindo nas etapas de coagulação do leite, adicionando coalho ao leite aquecido a 32-35°C, após o processo de pasteurização do leite; corte da massa coagulada com liras, dessoragem, fermentação após aquecimento a 45°C, teste de filagem, filagem da massa, resfriamento para fixar a forma da muçarela, banho de salmoura e embalagem.

2.5. Ácidos graxos e saúde humana

Atualmente, organizações nutricionais têm direcionado a população mundial a consumir não mais que 7-10% de calorias provenientes de ácidos graxos saturados, menos que 300mg/dia de colesterol e manter a ingestão de ácidos graxos *trans* como menor possível. Em países ocidentais a ingestão total de gorduras provavelmente é de 25-35% do total de calorias diárias, com a maioria das gorduras provenientes de fontes fortemente dotadas de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados como peixes, nozes e óleos vegetais. Além disso, com o grande consumo de carne bovina, suína e de aves em dietas ocidentais, torna-se importante a ingestão de ácidos graxos n-3 oriundos destes produtos, apesar de fornecerem quantidades limitadas (RUSSO, 2009).

Os ácidos graxos essenciais são de suma importância, uma vez que não são produzidos pelo organismo sendo necessária a suplementação, os ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 e ômega 6 fazem parte destes ácidos graxos e apresentam diversas funções vitais no organismo como fosfolipídeos estruturais na membrana celular, modulam a fluidez de membrana, interação e sinalização celular, atuando também no sistema imune (ROYNETTE et al., 2004).

Os ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-6 apresentam efeitos pró-trombóticos e pró-agregatórios, com aumento da viscosidade do sangue, vasoespasmos, vasoconstrição e diminuição do tempo de sangramento, além da formação de ateromas, distúrbios alérgicos e inflamatórios (SIMOPOULOS, 2002). Enquanto a série ômega-3 apresenta efeitos antiateroscleróticos, antitrombogênicos (ROBINSON; STONE, 2006), anti-inflamatórios, além de inibir a agregação plaquetária (DEFILIPPIS; SPERLING, 2006), reduz a hipercolesterolemia, possui ação anticoagulante e vasodilatadora (BALDISSERA et al., 2011).

Lands (2014) relata que em pesquisas para quantificar a importância de ácidos graxos essenciais, através da observação de sinais fisiológicos de ratos, notou-se que quando estes animais foram privados de ácido linoleico, ácido linolênico, ácido araquidônico e ácido docosahexaenóico na alimentação, houve desenvolvimento de pele escamosa e necrose caudal, atraso de crescimento, aumento do consumo de água e morte precoce. Quando administradas doses profiláticas diárias de 20-25 mg de ácido linoleico houve bom crescimento e reprodução destes animais e quando administradas doses diárias de 50-100 mg houve bons resultados no tratamento destas afecções. Em crianças, foi observado com grande frequência ocorrência de irritação perianal e fezes grandes, além de alterações na pele, quando receberam uma mistura de leite com 0,04 % da energia do alimento em ácido linoleico, contudo, quando receberam outra mistura de leite com 1 % da energia do alimento em ácido linoleico, houve interrupção da diarreia, desaparecimento de erupções na região da fralda junto com áreas exudativas além da pele gradualmente retornar ao normal. Crianças que receberam 1,3 %, 2,8% e 7,3% das calorias como ácido linoléico apresentaram taxas de crescimento semelhantes e satisfatórias.

Benito et al. (2006), estudando os efeitos de leite enriquecido com ácido graxo n-3, ácido oleico e ácido fólico em pacientes com síndrome metabólica encontraram redução de 6,2% no colesterol total, bem como, 7,5% no colesterol LDL, 13,3% no triglicerol, 5,7% nas apolipoproteínas B e 5,3% na glicose nos pacientes que receberam 500 mL por dia de leite enriquecido, o que fornecia 5,7 g de ácido oleico, 0,2 g de ácido graxo n-3, 150 µg de ácido fólico e 7,5 mg de vitamina E, diariamente.

Investigando a ocorrência de aterosclerose em dois vilarejos japoneses, sendo uma população de atividade pesqueira e outra população de atividade agropecuária, Yamada et al. (2000), observaram que o índice de massa corporal da população de atividade pesqueira foi maior que o índice da população de atividade agropecuária, tanto para homens quanto para mulheres; porém não houve diferença significativa na pressão sanguínea entre as populações. A população de atividade pesqueira consome menores quantidades de carnes, soja, ovos, leite, vegetais ricos em vitamina A e frutas em relação à dieta da população de atividade agropecuária. A dieta da população de atividade agropecuária apresenta alto valor calórico, sendo maior proporção destas calorias provenientes de lipídeos e da maior inclusão de carboidratos e sais; nesta população há grande consumo de ácidos oléico, linoléico

e α -linolênico e menores quantidades de ácidos eicosapentaenóico (EPA), docosapentaenóico (DPA) e docosaheptaenóico (DHA) quando comparadas as populações, devido ao fato da dieta típica ser rica em gorduras, óleos, soja, carnes, ovos e leite; enquanto a alta ingestão de EPA, DPA e DHA da população de atividade pesqueira ser resultante do grande consumo de peixe. Não foram identificadas diferenças no colesterol, triglicérides, lipoproteínas e apolipoproteínas entre os vilarejos, entretanto, houve uma tendência do colesterol LDL e apolipoproteínas B serem maiores na população pesqueira que na população das fazendas e os triglicérides serem menores na população pesqueira. Também a glicose em jejum foi menor na população pesqueira que na população das fazendas, tanto para homens como para mulheres. Na população pesqueira, para ambos os sexos, houve menor frequência da ocorrência de placas nas artérias. Quanto ao teor de ácidos graxos no soro, não houve diferenças nos ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados entre os vilarejos, embora o ácido palmitoleico seja maior na população pesqueira que na população das fazendas. O total de ácidos graxos ômega-3 é maior e o total de ácidos graxos ômega-6 é menor na população pesqueira que na população das fazendas. Na população das fazendas a quantidade de ácidos graxos ômega-3, ácido α -linolênico é maior e EPA, DPA e DHA é menor, enquanto na população pesqueira, a quantidade de ácidos graxos ômega-6, ácido linoleico é menor e o teor de ácido araquidônico é maior. A relação do total de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ácidos graxos poli-insaturados ômega-6 (n-3/n-6) foi maior na população pesqueira, em ambos os sexos. A menor frequência de placas nas artérias da população pesqueira indica a menor extensão da aterosclerose nesta população, assim como os baixos teores de triglicérides e glicose plasmática em jejum que têm sido associados ao aumento da ingestão de EPA. Os ácidos graxos ômega-3 podem retardar o início e o progresso da aterosclerose, uma vez observado negativa associação entre estes ácidos graxos e o número de placas nas artérias, contrário do que se observou com ácidos graxos ômega-6 (associação positiva com formação de placas).

Assim como os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, o ácido oleico (C 18:1 cis-9), apresenta inúmeros benefícios à saúde humana. O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado sendo o principal lipídeo presente nas dietas ocidentais pertencente à série ômega-9 (FAO, 2008); possui efeito anti-hipertensivo, antiaterosclerótico, anticarcinogênico, ação antioxidante, reduz o estresse oxidativo, além de estar

envolvido na produção de energia celular e homeostase da glicose (LOPEZ et al., 2010).

López-Miranda et al. (2010), citam a ação do ácido oleico no combate a obesidade auxiliando na perda de peso por efeito da ativação da saciedade, além de evitar a redistribuição do tecido adiposo periférico para o tecido adiposo visceral; efeito anti-hipertensivo, uma vez que auxilia no controle da pressão sanguínea. Também reduz o estresse oxidativo nas membranas celulares, pois o ácido oleico substitui outros ácidos graxos ômega nas membranas celulares, conferindo esta ação antioxidante, além de apresentar efeito protetor contra declínio cognitivo relacionado a idade e doença de Alzheimer.

Em sua revisão, Lopez-Huertas (2010), afirma que como o ácido oleico é o representante mais importante quantitativamente dos ácidos graxos monoinsaturados na dieta, as recomendações de ingestão de ácido oleico e dos ácidos graxos monoinsaturados são semelhantes, sendo que as recomendações de ingestão de ácido oleico são baseadas nas recomendações de ingestão de gordura total (cerca de 30% da energia total), o consumo de ácido oleico deve estar entre 10-15% da energia total.

Segundo Barradas et al. (1990), a ingestão de ácido oleico está associada a redução de doenças cardiovasculares, uma vez que a suplementação com óleo de oliva (21g/d) reduziu a agregação plaquetária e a liberação de tromboxanos, além do teor de ácido oleico ter aumentado na membrana das plaquetas e o conteúdo de ácido araquidônico ter diminuído. Wolfe et al. (2009) afirmam que o aumento da ingestão de ácido oleico está associado a diminuição do risco de depressão em mulheres.

Não somente as concentrações individuais dos ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6 devem ser levadas em consideração, a relação entre estes ácidos graxos também deve ser analisada (n-6/n-3), uma vez que a urbanização aumentou drasticamente o consumo de óleos vegetais ricos em ômega-6 o que paralelamente reduziu a ingestão de ômega-3. O ácido linoleico (n-6) é precursor do ácido araquidônico, assim com o aumento destes ácidos graxos, há formação de eicosanoides derivados do ácido araquidônico em maiores quantidades, os quais são biologicamente ativos em pequenas quantidades, desta forma, aumentam a contribuição para formação de trombos e ateromas, além de desordens alérgicas e

inflamatórias e proliferação celular anormal, sendo assim a menor relação n-6/n-3 resulta em maior proteção contra doenças degenerativas (RUSSO, 2009).

Com a industrialização, os hábitos alimentares das populações foram se diversificando em relação ao que sua constituição genética foi selecionada, deixou-se a alimentação baseada em carne magra, peixes, vegetais e frutas para se consumir produtos industrializados com alto teor de calorias. Pela facilidade de obtenção de alimento, o estilo de vida também foi alterado, tornando-se a população cada vez mais sedentária. Estas alterações na dieta juntamente com estilo de vida e a exposição a substâncias nocivas, são potenciais promotores de doenças crônicas como aterosclerose, hipertensão, obesidade, diabetes e muitos tipos de cânceres. Este tipo de alimentação refletiu principalmente quanto as quantidades e tipo de ácidos graxos essenciais ingeridos, onde o que antes era consumido em demasia, agora já não é observado. Com isso, a relação ômega-6/ômega-3 da dieta dos seres humanos que antecederam a industrialização que era de 1:1, passou para 15-20 :1 na atualidade (SIMOPOULOS, 2002)

Simopoulos (2008), em sua revisão de evidências científicas, sugere que o desequilíbrio da relação ômega-6/ômega-3, pode ser o promotor de diversas doenças, como doenças cardiovasculares, câncer, doenças autoimunes, doenças inflamatórias e osteoporose. Relata que a razão de ômega-6/ômega-3 de 4:1 foi associada com a redução de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares, a relação de 2,5:1 reduziu a proliferação de células retais em pacientes com câncer colorretal; além de uma menor relação ômega-6/ômega-3 ter sido associada a uma menor proporção de mulheres com câncer de mama, sendo relacionado a diminuição de risco; em pacientes com artrite reumatoide, a proporção de 2-3:1 suprimiu a inflamação; enquanto que a de 10:1 intensificou os sintomas de pacientes asmáticos e a de 5:1 suprimiu estes sintomas para estes pacientes.

O ácido linoleico conjugado (CLA) também proporciona grandes benefícios na saúde humana, uma vez que apresenta efeitos antimutagênicos, anticarcinogênicos, anti-hipertensivo, reduz a gordura corporal, previne a aterosclerose e a diabetes, aumenta a função imune, além de inibir a produção de eicosanoides e o metabolismo do ácido linoleico (KOBAYASHI; YANAGITA, 2014).

Na pesquisa de Rodríguez-Alcalá et al. (2013), foi investigado se a suplementação com um óleo contendo alto teor de CLA ou produtos lácteos

enriquecidos com CLA são capazes de reverter alguns parâmetros relacionados a fatores de risco para a aterosclerose. Após os animais serem alimentados e apresentarem condição hipercolesterolêmica, estes receberam as dietas experimentais que consistiram em dieta controle, sendo composta por leite em pó integral e desnatado com 4% de lipídeos e 0,1% de colesterol, dieta com leite em pó enriquecida com CLA constituída por 2,4% de CLA, 4% de lipídeos e 0,1% de colesterol e outra dieta enriquecida com CLA que consistia em leite em pó desnatado adicionado 0,1% de colesterol e administrado via oral mais 0,6 mL de um óleo comercial com alto teor de CLA (Tonalin®). Os resultados obtidos mostram que ambas dietas enriquecidas com CLA proporcionaram redução do ganho de peso, além da redução da hipertrigliceridemia induzida, enquanto a glicemia em jejum não foi alterada para nenhum dos tratamentos ($P < 0,05$).

Kritchevsky et al. (2002), observaram em sua pesquisa que quando os níveis de CLA aumentaram na dieta de coelhos, a severidade da aterosclerose reduziu no arco aórtico e na aorta torácica ($P < 0,05$). A redução da gravidade das lesões para o arco aórtico foi de 20%; 31%; 40% e 60% e para as lesões na aorta torácica foi de 8%; 24%; 33% e 56%, quando os animais foram alimentados com níveis crescente de CLA de 0,05%; 0,075%; 0,10% e 0,50%, respectivamente.

2.6. Desenvolvimento de microrganismos

Visando a segurança alimentar e o estabelecimento de padrões dos produtos de origem animal, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através das Portaria nº 146 de 7 de março de 1996 e Portaria nº 364 de 4 de setembro de 1997, regulamenta a identidade e qualidade da manteiga e do queijo tipo muçarela, respectivamente. Quanto à qualidade microbiológica para queijo tipo muçarela, estabelece-se os seguintes critérios:

1. *Coliformes* (30°C)/g: n=5; c=2; m=1000; M=5000; I.C.M.S.F.=5.
2. *Estafilococos coagulase positiva*/g: n=5; c=2; m=100; M=1000; I.C.M.S.F.=5.
3. *Salmonella spp*/25g: n=5; c=0; m=0; I.C.M.S.F.=10.
4. *Listeria monocytogenes*/25g: n=5; c=0; m=0; I.C.M.S.F.=10.

Enquanto, que, para a qualidade microbiológica da manteiga os critérios estabelecidos são:

1. *Coliformes totais*/g: n=5; c=2; m=10; M=100; I.C.M.S.F.=5.

2. *Coliformes/g* (45°C) n=5; c=2; m<3; M=10; I.C.M.S.F.=5.
3. *Estafilococos coagulase positiva/g*: n=5; c=1; m=10; M=100; I.C.M.S.F.=8.
4. *Salmonella spp/25g*: n=5; c=0; m=0; I.C.M.S.F.=10.

Para a qualidade microbiológica do creme de leite os critérios estabelecidos são:

1. Aeróbios Mesófilos/ g: n=5; c=2; m=10000; M=100000; I.C.M.S.F.=5.
2. *Coliformes totais/g*: n=5; c=2; m=10; M=100; I.C.M.S.F.=5.
3. *Coliformes/g* (45°C) n=5; c=2; m<3; M=10; I.C.M.S.F.=5.
4. *Estafilococos coagulase positiva/g*: n=5; c=1; m=10; M=100; I.C.M.S.F.=8.

Sendo: n o número de unidades retiradas de um único lote de produto, analisadas independentemente e c, o número máximo aceitável de unidades do lote que excedem o número máximo de microrganismo por grama tolerado; m, limite inferior e M, limite superior. Uma unidade é aceitável se o resultado for inferior a m e inaceitável se for superior a M. I.C.M.S.F. é a categoria, de acordo com o grau de risco que o microrganismo oferece, proposta pela I.C.M.S.F. (International Commission on Microbiological Specifications for Foods).

A microbiota inicial influencia grandemente na qualidade do leite cru e consequentemente na qualidade dos derivados fabricados através deste leite, uma vez que a deterioração é determinada pelo número e tipo de microrganismos presentes (FONSECA et al., 2006). A deterioração microbiana é a principal responsável pela perda de segurança e qualidade de um produto alimentar, quando não há processos de conservação (DINIS, 2011).

Segundo Buzi et al. (2009), uma alta contagem bacteriana presente em derivados lácteos e no leite são responsáveis por modificarem características organolépticas, como sabor, odor, maciez, além de alterações na coagulação da massa e textura de queijos, consequentemente; refletindo no rendimento da produção.

Nos queijos, a microbiota é constituída por microrganismos desejáveis ou benéficos e/ ou indesejáveis (deteriorantes e patogênicos), sendo que a presença dos benéficos contribui para as características organolépticas e conservação e a presença dos patogênicos pode ser resultante da contaminação por higiene inadequada (VEIGA, 2012).

Queijos produzidos com leite cru apresentam aroma e sabor mais intensos do que os produzidos com leite pasteurizados devidos a diversidade de bactérias ácido-láticas (BAL) endógenas no leite (ALBUQUERQUE, 2010).

As bactérias ácido lácticas (BAL) são encontradas na natureza, fermentam carboidratos e produzem ácido láctico, além de serem os microrganismos mais comuns presentes em leites usados na elaboração de diversas variedades de queijo (SILVA, 2010), sendo assim, são os principais organismos responsáveis pela acidificação do queijo (ALBUQUERQUE, 2010), o que favorece sua conservação (VEIGA, 2012). Estas bactérias têm despertado grande interesse na indústria alimentícia devido a produção de substâncias antimicrobianas, as quais têm capacidade de reduzir a contaminação por patógenos e deteriorantes em alimentos, aumentando a vida de prateleira destes produtos (JERONYMO, 2013).

Embora a pasteurização seja de suma importância, ainda hoje a muçarela é elaborada a partir de leite cru de búfala, na Itália, para não alterar o processo tecnológico e garantir características organolépticas particulares inerentes ao produto (BUZI et al., 2009). De acordo com Olivieri (2004), nos últimos anos, os processos artesanais vêm sendo aperfeiçoados com a mecanização em algumas etapas de processamento, entretanto, o resultado final parece não ser semelhante aos obtidos com o processamento artesanal.

De acordo com Downes e Ito (2001), a contagem de microrganismos a 30°C na microbiologia alimentar é uma forma de avaliar a qualidade higiênica, determinar a aceitabilidade organoléptica, através da aplicação e verificação de boas práticas de fabricação, permitindo obter informações sobre a matéria-prima, condições de processamento, armazenamento e manipulação dos alimentos. Baseada no pressuposto que cada célula, na presença de nutrientes se replica e forma colônia visível, embora não seja uma medida da população bacteriana total, nem permita diferenciar por tipos de microrganismos, é uma determinação genérica para bactérias, bolores e leveduras, que crescem a temperaturas intermediárias e que se desenvolvem de forma aeróbica. Produtos fermentados apresentam naturalmente contagens elevadas destes microrganismos, no entanto, baixas contagens não garantem que as amostras se encontrem livres de microrganismos potencialmente patogênicos.

Microrganismos psicrótróficos, psicrófilos ou criófilos é a denominação de seres que são capazes de se desenvolverem em baixas temperaturas (7°C ou

menos), independente da temperatura ótima de crescimento, são importantes para produtos mantidos sob refrigeração (SILVA, 2005).

Os mesófilos são microrganismos que são capazes de se multiplicarem numa faixa de temperatura entre 20° e 45°C, sendo a temperatura ótima de crescimento 32°C (OLIVEIRA, 2005).

As bactérias termófilas são definidas como aquelas cuja temperatura ótima de crescimento situa-se entre 55° e 65°C, sendo para algumas espécies, como máximo, podendo chegar a 75° e 90°C e mínimo em torno de 35°C (OLIVEIRA, 2005).

Em queijos, os bolores e leveduras são os principais responsáveis pela deterioração do produto (PINTO et al., 2011).

A lipólise acarreta a formação de sabores desagradáveis em produtos lácteos devido à hidrólise dos triglicerídeos do leite. Com a hidrólise, ácidos graxos de cadeia curta livres, conferem gosto forte e picante, enquanto os ácidos graxos de cadeia média têm maior participação na formação de “sabor de sabão”. Os efeitos do ranço hidrolítico são facilmente percebidos em produtos como a manteiga (MAZIERO, VIANA, BERSOT, 2010).

A atividade de água de uma amostra apresenta grande importância para multiplicação bacteriana (BUZI et al., 2009), uma vez que o crescimento e o metabolismo microbiano exigem a presença de água numa forma disponível, sendo este índice que determina a quantidade de água livre para as reações químicas e crescimento microbiano (MORAES, 2005).

A maioria dos microrganismos multiplica em meio com atividade de água entre 0,90-0,99, entretanto, às vezes, alguns microrganismos permanecem vivos em baixa atividade de água, embora não se multipliquem. A maioria de leveduras e fungos miceliais cresce com valores de atividade de água entre 0,86-0,88, enquanto fungos filamentosos, podem crescer em meio com atividade de água de até 0,80 (FERREIRA NETO et al., 2005).

3. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar os perfis lipídicos da manteiga e muçarela oriundas do leite de vacas que receberam níveis de inclusão do óleo de canola em sua dieta, com ênfase no comportamento dos ácidos graxos de cadeia curta, média, longa,

ácido linoleico conjugado, ácidos graxos saturados e insaturados (mono e poli-insaturados) e na relação ômega-3/ ômega-6, além da avaliação nutricional destes derivados lácteos através da composição do perfil de ácidos graxos. Adicionalmente, buscou-se determinar a composição físico-química e, observar de maneira geral, o desenvolvimento de microrganismos (bactérias lácticas, bactérias lipolíticas, bactérias proteolíticas e bolores e leveduras), bem como o rendimento bruto da muçarela.

4. HIPÓTESE

A inclusão de óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados na dieta de vacas lactantes altera o perfil de ácidos graxos do leite. O óleo de canola por ser fonte de ácidos graxos insaturados provavelmente alterará a composição do leite reduzindo os ácidos graxos de cadeia curta, média e saturados, além de aumentar os ácidos graxos de cadeia longa, insaturados, ácido linoleico conjugado e relação ômega-3/ ômega-6, entretanto, poderá resultar em depressão da gordura do leite. Assim com o processamento do leite em manteiga e muçarela, onde há concentração de gordura, espera-se maiores concentrações dos ácidos graxos insaturados, do ácido linoleico conjugado e melhoria da relação ômega-3/ ômega-6. Quanto ao desenvolvimento de microrganismos talvez o desenvolvimento de bactérias lipolíticas seja beneficiado, em relação as demais estudadas. Como o rendimento é influenciado pelas concentrações de sólidos do leite, espera-se uma diminuição no rendimento dos derivados devido à diminuição do teor de gordura do leite, mas uma melhoria na qualidade nutricional dos derivados lácteos em estudo, com relação a saúde pública.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local

O experimento foi conduzido no setor de Bovinos Leiteiros e Laticínio do Campus Fernando Costa de Pirassununga/SP, no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, sendo aprovado pelo Comitê de Ética desta mesma instituição, com processo nº 2013.1.475.74.7.

5.2. Animais, instalações e manejo de ordenha

Foram utilizadas 18 vacas leiteiras da raça Holandesa com peso vivo médio de 564 (± 70) kg, em estágio intermediário de lactação (190 $\pm$ 40 dias) e produção média de 22 (± 4) kg de leite/ dia.

A ordenha era realizada duas vezes ao dia (7h e 15h) em sala de ordenha tipo espinha de peixe. Para detecção de mastite clínica era realizado o teste da caneca de fundo preto, antes da ordenha dos animais. O manejo higiênico da ordenha consistia na lavagem dos tetos, secagem com papel toalha, pré e pós-dipping com solução de iodo.

Os animais eram alojados em instalação do tipo free-stall, sendo que este foi subdividido em acomodações individuais com a utilização de cerca elétrica. Todos os animais tinham acesso à água e a alimentação *ad libitum*.

5.3. Dietas experimentais

As dietas experimentais consistiam em três níveis de inclusão de óleo de canola na dieta dos animais, sendo o T1: 0% de inclusão de óleo de canola (Controle), T2: 3% de inclusão de óleo de canola e T3: 6% de inclusão de óleo de canola. As dietas totais eram compostas por 50% volumoso (silagem de milho) e 50% concentrado, as quais foram formuladas nas recomendações do NRC (2001).

Tabela 1- Ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Variáveis	Inclusão de óleo de canola		
	Controle	3%	6%
Ingredientes % MS			
Milho moído	29,73	26,14	22,53
Farelo de soja	17,47	18,06	18,67
Sal comum	0,50	0,49	0,49
Sal mineral	1,38	1,38	1,38
Fosfato bicálcico	0,11	0,14	0,14
Uréia	0,50	0,49	0,49
Calcário	0,23	0,24	0,24
Óleo de canola	-	3,0	6,0
Silagem de milho	50,00	50,0	50,0
Composição Bromatológica % MS			
MS	63,85	63,85	64,13
MM	3,90	3,88	3,86
MO	96,09	96,11	96,13
FDN	29,90	29,63	29,37
FDA	18,42	18,35	18,28
FDAi	6,90	6,87	6,83
Lignina	3,59	3,58	3,56
EE	3,19	6,01	8,82
PB	17,05	17,02	16,99
CT	75,84	73,08	70,31
CNF	45,93	43,44	40,94
NDT	66,93	69,14	72,78

A dieta total era fornecida diariamente pela manhã, sendo o concentrado misturado à silagem. Ao decorrer do dia, o alimento era revolvido nos cochos, produzindo um estímulo ao consumo dos animais.

As sobras eram pesadas diariamente e o consumo ajustado para sobras de cinco por cento para que não houvesse restrição de consumo.

O período de adaptação dos animais foi de 14 dias, sendo do 15º ao 21º dia o período de coletas, compreendendo três períodos experimentais de 21 dias.

5.4. Análises Bromatológicas da Dieta

As análises dos alimentos e da dieta foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/ USP).

Diariamente, durante o período de coleta, amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas, sendo que ao final de cada período, formou-se uma única amostra composta. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, para determinação da matéria parcialmente seca e posteriormente trituradas em moinho tipo Willey (peneira 1mm). Os teores de matéria seca total (105°C)

(AOAC 950.15), matéria mineral (AOAC 942.05) e extrato etéreo (AOAC 920.39) foram determinados de acordo com as metodologias descritas por AOAC (1995).

O teor de proteína bruta (AOAC 984.13) foi obtido através da multiplicação do teor de nitrogênio total pelo fator 6,25 pelo método de combustão de Dumas, conforme a AOAC (1995). Os teores de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) foram obtidos pelo método descrito por Van Soest et al. (1991). A determinação de FDN foi de acordo com adaptações de Mertens et al. (2002), usando α -amilase e sem adição de sulfito de sódio. Os carboidratos totais e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por metodologia de Sniffen et al. (1992) e os teores de carboidratos não-fibrosos calculados conforme metodologia de Hall (2000).

5.5. Delineamento experimental

As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 3x3 contemporâneos, sendo que dentro de cada tratamento o leite de três animais foi agrupado para que se conseguisse obter um volume que pudesse ser processado, gerando assim 6 grupos com leite de três animais. Assim cada quadrado latino apresentou três repetições. Os dois quadrados latinos totalizaram 18 unidades experimentais com seis delas por tratamento.

Os resultados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (Versão 9.4, 2013), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos e a homogeneidade. Estes dados foram submetidos à análise de variância, pelo PROC MIXED, que contemplou como causas de variação de efeito de fixo o tratamento e como efeito aleatório período, efeito de grupo dentro de quadrado e efeito de quadrado. O efeito de tratamento foi separado por análise de regressão com 5% de probabilidade.

5.6. Colheita, processamento e amostragem

Os animais foram reagrupados em dois grupos dentro de cada tratamento, sendo os volumes de produção de leite levados em consideração para formação destes, para obter um volume de leite a ser processado.

Após o manejo de desinfecção dos tetos, o leite era colhido através do sistema de ordenha canalizado, ao final sendo recebido em latões de polipropileno previamente lavados e sanitizados com Cloro, sendo descartado o primeiro jato de leite entre um grupo e outro para “limpeza” do sistema e evitar a contaminação dos tratamentos. Posteriormente a colheita do leite, os latões eram destinados ao laticínio, onde eram armazenados em câmara fria a 4°C para posterior processamento (Figuras 2 e 3).

Para produção da muçarela, o leite armazenado em latões refrigerado (ordenha da tarde de um dia anterior) seguia para tanques de fabricação, onde era somado ao leite fresco transportado em latões (ordenha da manhã do dia do processamento). Nos tanques, identificados pelos tratamentos, o leite refrigerado + leite fresco, era aquecido a 65°C por 30 minutos, passando por um tratamento térmico de pasteurização lenta. Após o tratamento térmico, o leite era resfriado a 35°C, sendo adicionado coalho líquido (Três Coroas) e fermento láctico e promoveu-se agitação. Posteriormente, o leite adicionado de coalho e fermento láctico foi mantido em repouso por 30 minutos para que ocorresse a coagulação da massa. Após a coagulação da massa, com auxílio de lira foi realizado o corte da massa em fragmentos de 1cm. Em seguida, realizou-se a agitação da massa de forma lenta no início e aquecimento a 45°C para o pré-cozimento. A massa foi mantida em repouso por aproximadamente 3 minutos e realizada a dessoragem. Após a dessoragem a massa compacta permaneceu em descanso por 3 horas no tanque a temperatura ambiente para que ocorresse o processo de fermentação até o ponto de filagem. Para a filagem uma amostra da massa foi adicionada a água a 80-85°C, onde se observou o ponto de filagem (teste de filagem). A filagem consistiu em adicionar água a 80-85°C a massa triturada, posteriormente, sendo realizada a moldagem em forma de paralelepípedo em formas de polipropileno, seguindo para a salga na salmoura por aproximadamente 20 horas. Após este período, as peças de muçarela foram retiradas da salmoura, sendo secadas em prateleiras na câmara fria a 4°C por 24 horas. A amostragem foi feita em sacos plásticos de polietileno, não estéreis, buscando reduzir ao máximo o ar presente nas embalagens. As amostras foram embaladas em papel alumínio e congeladas a -20°C para análises posteriores, exceto para análises microbiológicas que foram realizadas a fresco.

Figura 2- Fluxograma de processamento do queijo tipo muçarela.

Para produção da manteiga, era retirado o creme sobrenadante da sedimentação dos latões sobre refrigeração em câmara fria, em duas etapas: uma

etapa com o leite obtido da ordenha da manhã e a outra com o leite obtido da ordenha do período da tarde. Esse creme sobrenadante era armazenado em potes plásticos foscos, separados por tratamentos, onde o creme sobrenadante da manhã era somado ao creme sobrenadante da tarde. Os potes foram envoltos por papel alumínio e congelados para batadura da manteiga. O creme gelado, posteriormente foi batido em liquidificador doméstico até obtenção da manteiga. Entretanto, para a obtenção da manteiga é necessário a acidificação do creme, como este processo não ocorreu, configura-se um produto mais característico como creme de leite (emulsão de gordura em água) do que manteiga. Após o processamento, este creme foi armazenado em potes plásticos, sanitizados com álcool 70%, e embrulhados em papel alumínio e congelados (-20°C) para análises posteriores, exceto para análises microbiológicas. O creme não passou pelo processo de pasteurização.

Figura 3- Fluxograma de processamento do creme de leite.

5.7. Análise perfil de ácidos graxos

As análises de perfil de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Crescimento Animal (ESALQ/ USP), sendo a extração da gordura realizada pelo método descrito por Hara e Randin (1978) e a metilação pelo método de Cristie (1982).

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo Focus CG- Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. Utilizou-se o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8mL/minuto. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70°C, tempo de espera 4 minutos, 175°C (13°C/min) tempo de espera 27 minutos, 215°C (4°C/min) tempo de espera 9 minutos e, em seguida aumentando 7°C/minutos até 230°C, permanecendo por 5 minutos, totalizando 65 minutos. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector de 300°C.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do software – Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos esteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Padrões utilizados: Supelco TM Component FAME Mix, cat 18919 Supelco, Bellefonte, PA.

A concentração de ácidos graxos foi expressa em g/ 100g de ácidos graxos totais.

5.8. Determinação da qualidade nutricional

Após a quantificação de todos os ácidos graxos, foi realizada a avaliação nutricional da gordura das manteigas e muçarelas, através do cálculo dos seguintes índices: Índice de Aterogenicidade (IA) = $[(C12:0) + (4 \times C14:0) + (C16:0)] / [(\sum AGMI + \sum \omega 6 + \sum \omega 3)]$, Índice de Trombogenicidade (IT) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum \omega 6) + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6)]$, conforme Ulbricht e Southgate

(1991) e a razão ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) $= (C18:1 \text{ cis-9} + \sum \omega 6 + \sum \omega 3) / (C14:0 + C16:0)$, de acordo com Santos-Silva, Bessa e Santos-Silva (2002), sendo: C12:0, C14:0, C16:0 e C18:0, os ácidos láurico, mirístico, palmítico e esteárico, respectivamente; $\sum \text{AGMI}$, representa a soma das concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados ($C10:1 + C12:1 + C14:1 \text{ cis-9} + C15:1 + C16:1 \text{ cis-9} + C17:1 + C18:1 \text{ trans-6, trans-7, trans-8, trans-9} + C18:1 \text{ trans-10, trans-11, trans-12} + C18:1 \text{ cis-9} + C18:1 \text{ cis-11} + C18:1 \text{ cis-12} + C18:1 \text{ cis-13} + C18:1 \text{ trans-16} + C18:1 \text{ cis-15} + C20:1 + C22:1 + C24:1$); $\sum \omega 6$, representa a soma das concentrações dos ácidos graxos ômega-6 ($C18:2 \text{ cis-9, cis-12} + C18:2 \text{ cis-9, trans-11} + C18:3 \text{ n6} + C20:2 + C20:3 \text{ n6} + C22:2$) e $\sum \omega 3$; representa a soma das concentrações dos ácidos graxos ômega-3 ($C18:3 \text{ n3} + C20:3 \text{ n3} + C20:5 + C22:6$).

5.9. Análises Físico- Químicas

As análises físico-químicas realizadas no creme de leite foram umidade, cinzas, gordura, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e atividade de água através do equipamento Aqua Lab CX2 (Decagon Devices, USA).

Na muçarela, as análises realizadas foram umidade, cinzas, proteína, gordura, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e atividade de água através do equipamento Aqua Lab CX2 (Decagon Devices, USA).

5.10. Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Saúde Animal e Segurança Alimentar, e consistiram na determinação de bactérias lácticas, bactérias proteolíticas, bolores e leveduras e bactérias lipolíticas.

Foram pesadas 25g de amostra em frascos com tampa com rosca previamente autoclavados à 121°C por 15 minutos, os quais continham 225 ml de água peptonada a 1% para diluição inicial (diluição 10^{-1}). As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica atrás de bico de Bunsen, tomando todos os cuidados para se evitar contaminação. Posterior a diluição inicial (diluição 10^{-1}), 1ml de solução passou por diluições sucessivas em tubos de ensaio com tampa com rosca, previamente autoclavados com 9 ml de água peptonada (1%) até a diluição final (diluição 10^{-5}), conforme metodologia "Standard Methods for the Examination of

Dairy Products” (DAVIS; HICKEY, 2004). Após a diluição das amostras, estas foram semeadas, todas em duplicata, em placas de Petri em meio de cultura correspondente e incubadas para contagem microbiana.

5.10.1. Bactérias Lácticas

Alíquotas de 1ml da diluição 10^{-5} foram semeadas em profundidade em meio MRS (Man, Rogosa e Sharpe) por 48 h a 30°C em estufa bacteriológica (SILVA et al., 2010a). As colônias e contadas e o resultado foi expresso em UFC/ g.

5.10.2. Bactérias Proteolíticas

Alíquotas de 1ml da diluição 10^{-5} foram semeadas em superfície em meio PCA (Plate Count Agar) adicionado de 10% de leite desnatado estéril, em B.O.D. a 23°C por 72h (FRANK; YOUSEF, 2004). As colônias apresentam halos de clarificação, resultante da hidrólise da caseína, as quais foram selecionadas e contadas. O resultado foi expresso em UFC/ g.

5.10.3. Bolores e Leveduras

Alíquotas de 1ml da diluição 10^{-5} foram semeadas em superfície em meio PDA (Potato Dextrose Agar), em B.O.D. a 23°C por 72h (FRANK; YOUSEF, 2004). As colônias foram contadas e o resultado foi expresso em UFC/ g.

5.10.4. Bactérias Lipolíticas

Alíquotas de 1ml da diluição 10^{-5} foram semeadas em profundidade em meio ágar tributirina, em B.O.D. a 25°C por 5 dias (DOWNES; ITO, 2001). As colônias apresentam halos transparentes, em virtude da hidrólise da tributirina, as quais foram selecionadas e contadas. O resultado foi expresso em UFC/ g.

5.11. Rendimento

O cálculo de rendimento bruto foi determinado utilizando a equação $R (\%) = (Pq / Pf) \times 100$, onde R é o rendimento bruto, Pq é o peso final do queijo, e Pf é o peso inicial total (leite acrescido dos ingredientes), de acordo com Yunes e Benedet (2000).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão do óleo de canola na dieta de vacas, o qual apresenta grande teor de ácidos graxos insaturados, mostra-se no presente trabalho, capaz de alterar o perfil de ácidos graxos do leite, e, conseqüentemente, dos derivados lácteos muçarela e creme de leite oriundos deste leite, que apresentaram os perfis lipídicos mostrados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Perfil lipídico da muçarela oriunda do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/ 100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
C4:0 ¹	2,03	1,76	1,77	0,11	0,0339	0,1860
C6:0 ²	1,56	1,23	1,11	0,062	0,0001	0,0977
C8:0 ³	1,01	0,75	0,64	0,043	<0,0001	0,0684
C10:0 ⁴	2,15	1,53	1,53	0,19	0,0002	0,0069
C10:1 ⁵	0.302	0.1789	0.1228	0.02795	0.0642	0.2794
C11:0 ⁶	0.079	0.041	0.040	0.022	0.1622	0.4706
C12:0 ⁷	2,38	1,77	1,36	0,41	0,0005	0,6103
C12:1 ⁸	0.11	0.079	0.059	0.017	0.2544	0.8133
C13:0 <i>iso</i> ⁹	0.033	0.039	0.028	0.0036	0.0038	0.0019
C13:0 <i>anteiso</i> ¹⁰	0.096	0.071	0.054	0.014	0.2863	0.8698
C13:0 ¹¹	0.13	0.14	0.13	0.015	0.8823	0.6884
C14:0 <i>iso</i> ¹²	0.061	0.056	0.043	0.011	0.0002	0.0008
C14:0 ¹³	11,63	10,20	9,40	0,27	<0,0001	0,0963
C14:1 <i>cis</i> ¹⁴	1.6492	1.6445	1.2767	0.2243	0.0839	0.2989
C15:0 <i>iso</i> ¹⁵	0.20	0.21	0.25	0.023	0.034	0.3768
C15:0 <i>anteiso</i> ¹⁶	0.50	0.43	0.39	0.034	0.0061	0.6234
C15:0 ¹⁷	1.3997	1.1848	0.9962	0.1219	0.0037	0.8969
C15:1 ¹⁸	0	0	0	0	0	0
C16:0 <i>iso</i> ¹⁹	0.1713	0.1868	0.1787	0.03744	0.7509	0.5574
C16:0 ²⁰	27.50	22.20	21.79	0.77	0.0002	0.0147
C16:1 <i>cis</i> ²¹	1.68	1.74	1.63	0.19	0.7439	0.5602
C17:0 <i>iso</i> ²²	0.1567	0.2442	0.221	0.04298	0.0979	0.0999
C17:0 ²³	0.45	0.35	0.31	0.021	0.0002	0.1879
C17:1 ²⁴	0.26	0.28	0.26	0.022	0.8697	0.4777
C18:0 ²⁵	8,57	9,93	10,96	1,011	0,0105	0,8114
C18:1 <i>trans</i> 6,7,8,9 ²⁶	0.46	0.51	0.84	0.211	0.0076	0.1671
C18:1 <i>trans</i> 10,11,12 ²⁷	2.00	3.19	3.25	2.83	<.0001	0.0051
C18:1 <i>cis</i> ²⁸	24,30	29,55	31,36	0,87	0,0001	0,0804
C18:1 <i>cis</i> ²⁹	1.96	2.63	2.78	10.40	0.0107	0.2524

Continua...Tabela 2- Perfil lipídico da muçarela oriunda do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/ 100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
C18:1 <i>cis</i> 12 ³⁰	0.79	1.10	1.26	7.78	<.0001	0.171
C18:1 <i>cis</i> 13 ³¹	0.4942	0.6323	0.6568	0.2846	0.0416	0.3569
C18:1 <i>trans</i> 16 ³²	0.20	0.25	0.28	1.44	0.0115	0.8238
C18:1 <i>cis</i> 15 ³³	0.0905	0.158	0.2125	1.0748	0.001	0.7629
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>cis</i> 12 ³⁴	2,01	2,20	1,53	0,34	0,1011	0,0867
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 ³⁵	0,53	0,51	0,59	0,09	0,4126	0,5019
C18:2 <i>trans</i> 10 <i>cis</i> 12 ³⁶	0	0	0	0	0	0
C18:3 ω 6 ³⁷	0.075	0.113	0.107	0.343	0.3160	0.4358
C18:3 ω 3 ³⁸	0,15	0,22	0,19	0,027	0,0342	0,0111
C20:0 ³⁹	0	0	0	0	0	0
C20:1 ⁴⁰	0.09	0.10	0.13	0.91	0.0265	0.4998
C20:2 ⁴¹	0.0093	0.0078	0.0097	0.0241	0.8833	0.4071
C20:3 ω 6 ⁴²	0.053	0.044	0.038	0.738	0.0208	0.785
C20:3 ω 3 ⁴³	0.0100	0.0052	0.0072	0.0753	0.3548	0.2087
C20:4 ⁴⁴	0.103	0.067	0.050	0.191	<.0001	0.1347
C20:5 ⁴⁵	0.006	0.00583	0.00683	0.0249	0.5602	0.6364
C21:0 ⁴⁶	0.0047	0.0043	0.0110	0.095	0.2452	0.4466
C22:0 ⁴⁷	0.020	0.027	0.035	0.191	0.0623	0.8659
C22:1 ⁴⁸	0.00183	0.0045	0.0105	0.03241	0.0004	0.2358
C22:2 ⁴⁹	0.00367	0.00317	0.0025	0.00397	0.5505	0.9603
C22:6 ⁵⁰	0.0010	0.0012	0.0020	0.0043	0.3445	0.7091
C23:0 ⁵¹	0.0030	0.0032	0.0037	0.0321	0.6558	0.897
C24:0 ⁵²	0.0165	0.01783	0.0155	0.2127	0.894	0.7783
C24:1 ⁵³	0.0005	0.0025	0.005	0.0101	0.0055	0.8153

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹ Y= 1,99(EP=0,0218) - 0,44(EP=0,0845) x IOC (%); ² Y= 1,52(EP=0,0542) - 0,075(EP=0,0140) x IOC (%); ³ Y= 0,099(EP=0,0375) - 0,062(EP=0,0096) x IOC (%); ⁴ Y= 2,15(EP=0,1472) - 0,30(EP=0,1251) x IOC (%) - 0,034 (EP=0,0200) x (IOC (%))²; ⁵ Y= 0,29(EP=0,0338) - 0,032(EP=0,0287) x IOC (%) - 0,0013(EP=0,0046) x (IOC (%))²; ⁶ Y= 2,73(EP=0,3047) - 0,24(EP=0,2589) x IOC (%) - 0,024(EP=0,0414) x (IOC (%))²; ⁷ Y= 2,35(EP=0,2533) - 0,17(EP=0,0654) x IOC (%); ⁸ Y= 0,11(EP=0,0125) - 0,0112(EP=0,0106) x IOC (%) + 0,00039(EP=0,0017) x (IOC (%))²; ⁹ Y= 0,032(EP=0,0040) + 0,0033(EP=0,0034) x IOC (%) - 0,0006(EP=0,0005) x (IOC (%))²; ¹⁰ Y= 49,91(EP=0,0099) + 0,86(EP=0,0084) x IOC (%) - 0,13(EP=0,0013) x (IOC (%))²; ¹¹ Y= 0,137(EP=0,0193) + 0,00089(EP=0,0145) x IOC (%) - 0,0002(EP=0,0022) x (IOC (%))²; ¹² Y= 0,059(EP=0,0052) + 0,00089(EP=0,0044) x IOC (%) - 0,006(EP=0,0007) x (IOC (%))²; ¹³ Y= 11,53(EP=0,2095) - 0,37(EP=0,0541) x IOC (%); ¹⁴ Y= 1,65(EP=0,1596) + 0,06(EP=0,1357) x IOC (%) - 0,02(EP=0,0217) x (IOC (%))²; ¹⁵ Y= 0,24(EP=0,0159) - 0,0072(EP=0,0041) x IOC (%); ¹⁶ Y= 0,49(EP=0,0256) - 0,019(EP=0,0066) x IOC (%); ¹⁷ Y= 1,39(EP=0,0878) - 0,067(EP=0,0226) x IOC (%); ¹⁸ Y= 0; ¹⁹ Y= 0,17(EP=0,0278) + 0,009(EP=0,0236) x IOC (%) - 0,013(EP=0,0037) x (IOC (%))²; ²⁰ Y= 3,30(EP=0,0324) - 0,10(EP=0,0260) x IOC (%) + 0,010(EP=0,0041) x (IOC (%))²; ²¹ Y= 1,65(EP=0,1338) + 0,041(EP=0,1134) x IOC (%) - 0,0074(EP=0,0179) x (IOC (%))²; ²² Y= 0,16(EP=0,0332) + 0,048(EP=0,0282) x IOC (%) - 0,0062(EP=0,0045) x (IOC (%))²; ²³ Y= 0,44(EP=0,0169) - 0,022(EP=0,0043) x IOC (%); ²⁴ Y= 0,25(EP=0,0156) + 0,01(EP=0,0132) x IOC (%) - 0,002 (EP=0,0020) x (IOC (%))²; ²⁵ Y= 8,63(EP=0,6293) + 0,40(EP=0,1625) x IOC (%); ²⁶ Y= 0,42(EP=0,0642) + 0,063(EP=0,0165) x IOC (%); ²⁷ Y= 2,00(EP=0,2202) + 0,59(EP=0,1871) x IOC (%) - 0,063(EP=0,0299) x (IOC (%))²; ²⁸ Y= 24,87(EP=0,7896) + 1,78(EP=0,2038) x IOC (%); ²⁹ Y= 2,04(EP=0,1449) + 0,14(EP=0,0374) x IOC (%); ³⁰ Y= 0,81(EP=0,0431) + 0,079(EP=0,0111) x IOC (%); ³¹ Y= 0,51(EP=0,0414) + 0,27(EP=0,0107) x IOC (%); ³² Y= 0,20(EP=0,0133) + 0,013(EP=0,0034) x IOC (%); ³³ Y= 0,09(EP=0,0235) + 0,02(EP=0,0060) x IOC (%); ³⁴ Y= 24,30(EP=0,8161) + 2,33(EP=0,6935) x IOC (%) - 0,19(EP=0,1110) x (IOC (%))²; ³⁵ Y= 0,53(EP=0,0740) - 0,020(EP=0,0629) x IOC (%) - 0,0051(EP=0,0100) x (IOC (%))²; ³⁶ Y= 0; ³⁷ Y= 0,075(EP=0,0184) + 0,020(EP=0,0156) x IOC (%) - 0,0024(EP=0,0025) x (IOC (%))²; ³⁸ Y= 0,15(EP=0,0172) + 0,039(EP=0,0146) x IOC (%) - 0,0053(EP=0,0023) x (IOC (%))²; ³⁹ Y= 0; ⁴⁰ Y= 0,086(EP=0,0103) + 0,074(EP=0,0026) x IOC (%); ⁴¹ Y= 0,0093(EP=0,0024) - 0,0011(EP=0,0021) x IOC (%) + 0,00019(EP=0,0003) x (IOC (%))²; ⁴² Y=

0,053(EP=0,0054) - 0,0026(EP=0,0014) x IOC (%); ⁴³ Y= 0,010(EP=0,0022) - 0,0028(EP=0,0019) x IOC (%) + 0,00038(EP=0,0003) x (IOC (%))²; ⁴⁴ Y= 0,01(EP=0,0047) - 0,0089(EP=0,0012) x IOC (%); ⁴⁵ Y= 0,006(EP=0,0011) - 0,0003(EP=0,0009) x IOC (%) - 0,0000065(EP=0,0001) x (IOC (%))²; ⁴⁶ Y= 0,0047(EP=0,0036) - 0,0013(EP=0,0031) x IOC (%) + 0,00039(EP=0,0004) x (IOC (%))²; ⁴⁷ Y= 0,020(EP=0,0046) - 0,0017(EP=0,0039) x IOC (%) + 0,00011(EP=0,0006) x (IOC (%))²; ⁴⁸ Y= 0,0012(EP=0,0009) + 0,0014(EP=0,0002) x IOC (%); ⁴⁹ Y= 0,0036(EP=0,0017) - 0,0001 (EP=0,0014) x IOC (%) - 0,00000925(EP=0,0002) x (IOC (%))²; ⁵⁰ Y= 0,0001(EP=0,0008) - 0,000006(EP=0,0006) x IOC (%) + 0,0000037(EP=0,0001) x (IOC (%))²; ⁵¹ Y= 0,003(EP=0,0013) + 1,1655(EP=0,0011) x IOC (%) - 0,00002(EP=0,0002) x (IOC (%))²; ⁵² Y= 0,016(EP=0,0047) - 0,0011(EP=0,0040) x IOC (%) - 0,0002(EP=0,0006) x (IOC (%))²; ⁵³ Y= 0,00042(EP=0,0007) - 0,00075(EP=0,0002) x IOC (%).

Coeficiente de determinação (R²): ¹ R²= 0,2037 ; ² R²= 0,6448; ³ R²= 0,7187; ⁴ R²= 0,4352; ⁵ R²= 0,5982; ⁶ R²= 0,2450; ⁷ R²= 0,3005; ⁸ R²= 0,6008; ⁹ R²= 0,1653; ¹⁰ R²= 0,5842; ¹¹ R²= 0,0048; ¹² R²= 0,4333; ¹³ R²= 0,7477; ¹⁴ R²= 0,1928; ¹⁵ R²= 0,1605; ¹⁶ R²= 0,3364; ¹⁷ R²= 0,3546; ¹⁸ R²= 0; ¹⁹ R²= 0,0102; ²⁰ R²= 0,6953; ²¹ R²= 0,0139; ²² R²= 0,1983; ²³ R²= 0,6274; ²⁴ R²= 0,0776; ²⁵ R²= 0,2718; ²⁶ R²= 0,4736; ²⁷ R²= 0,5764; ²⁸ R²= 0,6760; ²⁹ R²= 0,4572; ³⁰ R²= 0,7580; ³¹ R²= 0,2859; ³² R²= 0,4876; ³³ R²= 0,4117; ³⁴ R²= 0,7296; ³⁵ R²= 0,0411; ³⁶ R²= 0; ³⁷ R²= 0,1415; ³⁸ R²= 0,3537; ³⁹ R²= 0; ⁴⁰ R²= 0,3251; ⁴¹ R²= 0,0203; ⁴² R²= 0,1772; ⁴³ R²= 0,1339; ⁴⁴ R²= 0,7651; ⁴⁵ R²= 0,0299; ⁴⁶ R²= 0,1227; ⁴⁷ R²= 0,2438; ⁴⁸ R²= 0,7125; ⁴⁹ R²= 0,0152; ⁵⁰ R²= 0,0553; ⁵¹ R²= 0,0092; ⁵² R²= 0,0079; ⁵³ R²= 0,4899.

Com a inclusão do óleo de canola as concentrações dos ácidos butírico (4:0), capróico (6:0), caprílico (8:0), láurico (12:0), mirístico (14:0), pentadecílico (15:0), e margárico (17:0) reduziram linearmente na muçarela, enquanto as concentrações dos ácidos cáprico (10:0) e palmítico (16:0) reduziram de forma quadrática (P<0,05).

Tabela 3- Perfil lipídico do creme oriunda do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola				Probabilidade	
	0%	3%	6%	EPM	Linear	Quadrático
C4:0 ¹	2.03	1.69	1.30	0.18	0.0056	0.9032
C6:0 ²	1.56	1.20	0.88	0.14	0.0003	0.8383
C8:0 ³	1.05	0.76	0.59	0.066	<.0001	0.2579
C10:0 ⁴	2.64	1.91	1.53	0.17	<.0001	0.2136
C10:1 ⁵	0.29	0.20	0.15	0.024	0.0001	0.422
C11:0 ⁶	0.095	0.063	0.036	0.029	0.0004	0.9705
C12:0 ⁷	2.62	1.95	1.59	0.19	<.0001	0.2585
C12:1 ⁸	0.11	0.08	0.06	0.015	0.0008	0.9658
C13:0 <i>iso</i> ⁹	0.035	0.033	0.032	0.003	0.3593	0.7701
C13:0 <i>anteiso</i> ¹⁰	0.094	0.078	0.056	0.014	0.0027	0.7653
C13:0 ¹¹	0.2117	0.1685	0.1258	0.04081	0.0002	0.6935
C14:0 <i>iso</i> ¹²	0.062	0.057	0.050	0.0043	0.0085	0.6915
C14:0 ¹³	11.84	10.51	9.53	0.35	<.0001	0.5449
C14:1 <i>cis</i> ⁹ ¹⁴	1.60	1.64	1.33	0.21	0.0112	0.0401
C15:0 <i>iso</i> ¹⁵	0.26	0.23	0.23	0.021	0.0272	0.1039
C15:0 <i>anteiso</i> ¹⁶	0.51	0.43	0.38	0.030	<.0001	0.4188
C15:0 ¹⁷	1.60	1.34	1.06	0.18	0.0007	0.8971
C15:1 ¹⁸	0	0	0	0	0	0
C16:0 <i>iso</i> ¹⁹	0.17	0.15	0.16	0.015	0.544	0.6576
C16:0 ²⁰	29.84	24.89	22.07	0.81	<.0001	0.2965
C16:1 <i>cis</i> ⁹ ²¹	1.94	1.83	1.78	16.46	0.5692	0.8933
C17:0 <i>iso</i> ²²	0.35	0.24	0.23	2.63	0.0025	0.089
C17:0 ²³	0.50	0.40	0.31	0.89	0.0001	0.7577
C17:1 ²⁴	0.29	0.30	0.23	0.035	0.0014	0.0216
C18:0 ²⁵	8.14	9.93	11.42	96.14	0.0011	0.8018
C18:1 <i>trans</i> 6,7,8,9 ²⁶	0.43	0.75	0.71	7.66	0.0786	0.1802
C18:1 <i>trans</i> 10,11,12 ²⁷	1.87	2.82	3.18	34.13	0.0003	0.1585

Continua... Tabela 3- Perfil lipídico do creme de leite oriunda do leite de animais suplementados com óleo de canola (g/ 100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
C18:1 <i>cis</i> 9 ²⁸	21.94	27.85	31.74	103.47	0.0001	0.3521
C18:1 <i>cis</i> 11 ²⁹	1.62	1.90	2.47	0.68	0.0143	0.5561
C18:1 <i>cis</i> 12 ³⁰	0.73	0.83	1.10	4.58	0.0149	0.4564
C18:1 <i>cis</i> 13 ³¹	0.43	0.46	0.58	0.38	0.0522	0.4712
C18:1 <i>trans</i> 16 ³²	0.18	0.23	0.31	2.95	<.0001	0.3492
C18:1 <i>cis</i> 15 ³³	0.077	0.136	0.193	0.759	<.0001	0.9237
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>cis</i> 12 ³⁴	2.20	2.06	1.70	11.90	0.0292	0.5366
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 ³⁵	0.52	0.52	0.61	7.31	0.1731	0.3788
C18:2 <i>trans</i> 10 <i>cis</i> 12 ³⁶	0	0	0	0	0	0
C18:3 ω 6 ³⁷	0.10	0.09	0.16	2.21	0.0102	0.0355
C18:3 ω 3 ³⁸	0.12	0.18	0.17	0.47	0.0716	0.0826
C20:0 ³⁹	0	0	0	0	0	0
C20:1 ⁴⁰	0.05	0.11	0.15	1.47	<.0001	0.3598
C20:2 ⁴¹	0.0085	0.0070	0.0073	0.0429	0.5426	0.5798
C20:3 ω 6 ⁴²	0.054	0.048	0.041	0.566	0.0062	0.9137
C20:3 ω 3 ⁴³	0.0035	0.0065	0.0047	0.0135	0.5936	0.2204
C20:4 ⁴⁴	0.126	0.073	0.043	0.548	0.0004	0.3875
C20:5 ⁴⁵	0.0063	0.0063	0.0102	0.0658	0.3618	0.5919
C21:0 ⁴⁶	0.00067	0.002	0.00333	0.00491	0.1522	0.4574
C22:0 ⁴⁷	0.023	0.026	0.026	0.146	0.6042	0.7634
C22:1 ⁴⁸	0.0045	0.0027	0.0077	0.0360	0.4062	0.3065
C22:2 ⁴⁹	0.0040	0.0038	0.0143	0.0156	0.0137	0.0294
C22:6 ⁵⁰	0.004	0.001	0.009	0.046	0.9662	0.3002
C23:0 ⁵¹	0.0058	0.0027	0.0053	0.0081	0.7528	0.0594
C24:0 ⁵²	0.011	0.008	0.016	0.080	0.222	0.125
C24:1 ⁵³	0.0005	0.0017	0.0028	0.0253	0.1248	0.8613

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹ $Y = 2,04(EP=0,1401) - 0,12(EP=0,0362) \times IOC (\%)$; ² $Y = 1,55(EP=0,0977) - 0,11(EP=0,0252) \times IOC (\%)$; ³ $Y = 1,03(EP=0,0493) - 0,077(EP=0,0127) \times IOC (\%)$; ⁴ $Y = 2,58(EP=0,1278) - 0,18(EP=0,0330) \times IOC (\%)$; ⁵ $Y = 0,28(EP=0,0188) - 0,02(EP=0,0048) \times IOC (\%)$; ⁶ $Y = -2,56(EP=0,2074) - 0,1356(EP=0,0535) \times IOC (\%)$; ⁷ $Y = 2,57(EP=0,1317) - 0,17(EP=0,0340) \times IOC (\%)$; ⁸ $Y = 0,11(EP=0,0092) - 0,0081(EP=0,0024) \times IOC (\%)$; ⁹ $Y = 0,034(EP=0,0023) - 0,00075(EP=0,0020) \times IOC (\%) + 0,0000065(EP=0,0003) \times (IOC (\%))^2$; ¹⁰ $Y = 0,095(EP=0,0087) - 0,0063(EP=0,0022) \times IOC (\%)$; ¹¹ $Y = 5,35(EP=0,6489) + 0,046(EP=0,1675) \times IOC (\%)$; ¹² $Y = 0,062(EP=0,0034) - 0,0019(EP=0,0009) \times IOC (\%)$; ¹³ $Y = 11,78(EP=0,2564) - 0,38(EP=0,0662) \times IOC (\%)$; ¹⁴ $Y = 1,60(EP=0,1408) + 0,0071(EP=0,1196) \times IOC (\%) - 0,02(EP=0,0191) \times (IOC (\%))^2$; ¹⁵ $Y = 0,25(EP=0,0135) - 0,0050(EP=0,0034) \times IOC (\%)$; ¹⁶ $Y = 0,50(EP=0,0185) - 0,02(EP=0,0047) \times IOC (\%)$; ¹⁷ $Y = 1,60(EP=0,1115) - 0,09(EP=0,0287) \times IOC (\%)$; ¹⁸ $Y = 0$; ¹⁹ $Y = 0,16(EP=0,0139) - 0,0061(EP=0,0118) \times IOC (\%) + 0,00072(EP=0,0019) \times (IOC (\%))^2$; ²⁰ $Y = 29,48(EP=0,7403) - 1,30(EP=0,1911) \times IOC (\%)$; ²¹ $Y = 1,94(EP=0,2247) - 0,048(EP=0,1910) \times IOC (\%) + 0,0036(EP=0,0305) \times (IOC (\%))^2$; ²² $Y = 0,34(EP=0,0300) - 0,020(EP=0,0077) \times IOC (\%)$; ²³ $Y = 0,49(EP=0,0170) - 0,031(EP=0,0044) \times IOC (\%)$; ²⁴ $Y = -1,24(EP=0,0747) + 0,038(EP=0,0635) \times IOC (\%) - 0,012(EP=0,0101) \times (IOC (\%))^2$; ²⁵ $Y = 8,18(EP=0,6153) - 0,55(EP=0,1588) \times IOC (\%)$; ²⁶ $Y = 0,43(EP=0,1022) + 0,17(EP=0,0869) \times IOC (\%) - 0,020(EP=0,0139) \times (IOC (\%))^2$; ²⁷ $Y = 1,87(EP=0,1775) + 0,42(EP=0,1508) \times IOC (\%) - 0,033(EP=0,241) \times (IOC (\%))^2$; ²⁸ $Y = 4,71(EP=0,0857) + 0,16(EP=0,0221) \times IOC (\%)$; ²⁹ $Y = 1,57(EP=0,2003) + 0,14(EP=0,0517) \times IOC (\%)$; ³⁰ $Y = 0,70(EP=0,0739) + 0,06(EP=0,0190) \times IOC (\%)$; ³¹ $Y = 0,43(EP=0,0458) - 0,0037(EP=0,0389) \times IOC (\%) + 0,0047(EP=0,0062) \times (IOC (\%))^2$; ³² $Y = 0,17(EP=0,0105) + 0,022(EP=0,0027) \times IOC (\%)$; ³³ $Y = 0,077(EP=0,0112) + 0,019(EP=0,0029) \times IOC (\%)$; ³⁴ $Y = 2,23(EP=0,1309) - 0,083(EP=0,0338) \times IOC (\%)$; ³⁵ $Y = 0,52(EP=0,0620) - 0,017(EP=0,0527) \times IOC (\%) + 0,0053(EP=0,0084) \times (IOC (\%))^2$; ³⁶ $Y = 0$; ³⁷ $Y = 0,10(EP=0,0194) - 0,0017(EP=0,0165) \times IOC (\%) + 0,0047(EP=0,0026) \times (IOC (\%))^2$; ³⁸ $Y = 0,12(EP=0,0152) + 0,034(EP=0,0129) \times IOC (\%) - 0,0044(EP=0,0020) \times (IOC (\%))^2$; ³⁹ $Y = 0$; ⁴⁰ $Y = 0,06(EP=0,0069) + 0,016(EP=0,0017) \times IOC (\%)$; ⁴¹ $Y = 0,0085(EP=0,0013) - 0,000081(EP=0,0011) \times IOC (\%) + 0,00011(EP=0,0002) \times (IOC (\%))^2$; ⁴² $Y = 0,054(EP=0,0033) - 0,0021(EP=0,0009) \times IOC (\%)$; ⁴³ $Y = 0,0035(EP=0,0015) + 0,0018(EP=0,0013) \times IOC (\%) - 0,0003(EP=0,0002) \times (IOC (\%))^2$; ⁴⁴ $Y = 0,12(EP=0,0099) - 0,014(EP=0,0025) \times IOC (\%)$; ⁴⁵ $Y = 0,0063(EP=0,0027) - 0,00006(EP=0,0023)$

$x \text{ IOC (\%)} + 0,00021(\text{EP}=0,0004) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁴⁶ $Y = 0,011(\text{EP}=0,0160) - 0,010(\text{EP}=0,0136) \times \text{IOC (\%)} - 0,0010(\text{EP}=0,0021) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁴⁷ $Y = 0,023(\text{EP}=0,0035) + 0,0014(\text{EP}=0,0030) \times \text{IOC (\%)} - 0,00016(\text{EP}=0,0005) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁴⁸ $Y = 0,0045(\text{EP}=0,0023) - 0,018(\text{EP}=0,0020) \times \text{IOC (\%)} + 0,00038(\text{EP}=0,0003) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁴⁹ $Y = 0,050(\text{EP}=0,0202) - 0,020(\text{EP}=0,0171) \times \text{IOC (\%)} + 0,0050(\text{EP}=0,0027) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁵⁰ $Y = 0,056(\text{EP}=0,0218) - 0,024(\text{EP}=0,0185) \times \text{IOC (\%)} + 0,0040(\text{EP}=0,0029) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁵¹ $Y = 0,0058(\text{EP}=0,0014) - 0,002(\text{EP}=0,0012) \times \text{IOC (\%)} + 0,00032(\text{EP}=0,0002) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁵² $Y = 0,011(\text{EP}=0,0030) - 0,0028(\text{EP}=0,0025) \times \text{IOC (\%)} + 0,0006(\text{EP}=0,0004) \times (\text{IOC (\%)})^2$; ⁵³ $Y = 0,0091(\text{EP}=0,0123) + 0,0076(\text{EP}=0,0105) \times \text{IOC (\%)} - 0,0003(\text{EP}=0,0016) \times (\text{IOC (\%)})^2$.
 Coeficiente de determinação (R^2): ¹ $R^2 = 0,4176$; ² $R^2 = 0,5616$; ³ $R^2 = 0,6978$; ⁴ $R^2 = 0,6623$; ⁵ $R^2 = 0,5966$; ⁶ $R^2 = 0,2150$; ⁷ $R^2 = 0,6178$; ⁸ $R^2 = 0,4184$; ⁹ $R^2 = 0,0293$; ¹⁰ $R^2 = 0,3274$; ¹¹ $R^2 = 0,3215$; ¹² $R^2 = 0,2193$; ¹³ $R^2 = 0,6779$; ¹⁴ $R^2 = 0,1596$; ¹⁵ $R^2 = 0,1125$; ¹⁶ $R^2 = 0,5653$; ¹⁷ $R^2 = 0,3826$; ¹⁸ $R^2 = 0$; ¹⁹ $R^2 = 0,0272$; ²⁰ $R^2 = 0,7412$; ²¹ $R^2 = 0,0171$; ²² $R^2 = 0,2987$; ²³ $R^2 = 0,7565$; ²⁴ $R^2 = 0,2786$; ²⁵ $R^2 = 0,4255$; ²⁶ $R^2 = 0,2819$; ²⁷ $R^2 = 0,6609$; ²⁸ $R^2 = 0,7651$; ²⁹ $R^2 = 0,3194$; ³⁰ $R^2 = 0,3965$; ³¹ $R^2 = 0,2787$; ³² $R^2 = 0,7986$; ³³ $R^2 = 0,7364$; ³⁴ $R^2 = 0,2743$; ³⁵ $R^2 = 0,0863$; ³⁶ $R^2 = 0$; ³⁷ $R^2 = 0,3667$; ³⁸ $R^2 = 0,3861$; ³⁹ $R^2 = 0$; ⁴⁰ $R^2 = 0,8432$; ⁴¹ $R^2 = 0,0442$; ⁴² $R^2 = 0,2764$; ⁴³ $R^2 = 0,1090$; ⁴⁴ $R^2 = 0,6418$; ⁴⁵ $R^2 = 0,0798$; ⁴⁶ $R^2 = 0,0728$; ⁴⁷ $R^2 = 0,0277$; ⁴⁸ $R^2 = 0,1322$; ⁴⁹ $R^2 = 0,3451$; ⁵⁰ $R^2 = 0,1099$; ⁵¹ $R^2 = 0,1608$; ⁵² $R^2 = 0,1871$; ⁵³ $R^2 = 0,1964$.

No creme de leite, as concentrações dos ácidos graxos C 4:0, C 6:0, C 8:0, C 10:0, C 12:0, C 14:0, C 15:0, C 16:0 e C 17:0, reduziram de forma linear com a inclusão do óleo de canola na dieta das vacas. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia et al. (2006), as concentrações dos ácidos capríco (6:0), caprílico (8:0), cáprico (10:0), láurico (12:0), mirístico (14:0), pentadecílico (15:0), palmítico (16:0) e margárico (17:0) reduziram na gordura do leite ($P < 0,09$) quando cabras Saanen receberam diferentes fontes de óleo (canola, arroz e soja) em suas dietas.

A inclusão do óleo de canola proporcionou na muçarela um aumento linear do ácido esteárico (C 18:0) passando de 8,57 g/ 100g de AG no tratamento controle para 9,96 g/ 100g de AG no tratamento de 3%, ou seja, um aumento de 15,87%; e de 9,93 g/ 100g de AG no tratamento 3% para 10,96 g/ 100g de AG no tratamento de 6%, representando um aumento de 10,37%. No creme de leite, a inclusão do óleo de canola também proporcionou um aumento linear do ácido esteárico passando de 8,14 g/ 100g de AG no tratamento controle para 9,93 g/ 100g de AG no tratamento de 3%, ou seja, um aumento de 21,99%; e de 9,93 g/ 100g de AG no tratamento 3% para 11,42 g/ 100g de AG no tratamento de 6%, representando um aumento de 15,00%. Isto, provavelmente, deve-se ao fato do óleo de canola apresentar grande quantidade de ácidos graxos insaturados, os quais devem passar pelo rúmen sem o processo de bio-hidrogenação ou mesmo ocorrer apenas a bio-hidrogenação parcial destes ácidos graxos, uma vez que há grande quantidade de ácidos graxos insaturados no rúmen. Portanto, nota-se que com a inclusão do óleo de canola na dieta houve maior bio-hidrogenação incompleta ou parcial dos ácidos graxos insaturados provendo grande fluxo destes para o trato gastrointestinal. Estes são

absorvidos pelo epitélio intestinal e dentro das células epiteliais intestinais são re-esterificados à triacilgliceróis e dispostos em quilomícrons, os quais são transportados através do sistema linfático até a corrente sanguínea e direcionados aos tecidos periféricos, como a glândula mamária, aumentando assim, os ácidos graxos insaturados na gordura do leite (BAUMAN; LOCK, 2006).

Alimentos provenientes de ruminantes são fonte majoritária de CLA para os humanos. Mesmo passando por processamento, o teor de CLA não é alterado, pois somente quando a temperatura de aquecimento é muito elevada, superior a 200°C ocorre algumas alterações (LUNA et al., 2007), o que não ocorre para fabricação destes produtos derivados de leite.

Assim como os resultados encontrados por Nunes e Torres (2010) estudando a composição lipídica de marcas comerciais de produtos lácteos (leite integral, queijo prato e manteiga) mais consumidos na região Sudeste do Brasil e a contribuição destes na ingestão diária de CLA; no presente trabalho, os ácidos graxos saturados mais abundantes nos produtos lácteos foram os ácidos palmítico (C16:0), mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0), sendo o ácido oleico (C18:1 cis-9) o ácido graxo monoinsaturado mais presente nas amostras.

Com a inclusão do óleo de canola na dieta a concentração de ácido oleico aumentou linearmente tanto na muçarela quanto no creme de leite, passando de 24,30 g/ 100g de AG no tratamento controle para 31,36 g/ 100g de AG no tratamento de 6% e de 21,94 g/ 100g de AG no tratamento controle para 31,74 g/ 100g de AG no tratamento de 6%, ou seja, houve um aumento de 29,05% e 44,67% na concentração deste ácido graxo na muçarela e no creme de leite, respectivamente. Segundo Jones et al. (2015), o ácido oleico é considerado um cardioprotetor de acordo com estudos que analisaram os efeitos da dieta Mediterrânea. Lopez-Huertas (2010), afirma que o ácido oleico apresenta notáveis efeitos quando substitui ácidos graxos saturados da dieta, pois pode reduzir o risco de doenças coronarianas pela redução dos níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e fatores relacionados a trombogênese. Mir et al. (1999), encontraram aumento quadrático na concentração de ácido oléico no leite de cabras Alpinas quando estas receberam níveis de óleo de canola (0%; 2%; 4% e 6%) na dieta.

No produto lácteo muçarela, não foi observado efeito significativo com a inclusão do óleo de canola na dieta para os ácidos graxos C18:2 cis-9, cis-12 (ácido linoleico) e no CLA C18:2 cis-9, trans-11, enquanto, o ácido α -linolênico (C 18:3 n-3)

apresentou efeito significativo quadrático. Diferentemente da muçarela, no creme de leite, com a inclusão do óleo de canola na dieta o ácido graxo C18:2 cis-9, cis-12 (ácido linoleico) apresentou redução linear de 22,73% quando comparado o tratamento controle e o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola; já o ácido α -linolênico (C 18:3 n-3) e o CLA C18:2 cis-9, trans-11 não apresentaram efeito significativo.

Na pesquisa de Maia et al. (2006), a adição de óleos vegetais a dieta não influenciou as concentrações dos ácidos linoléico (C18:2 n-6) e α -linolênico (C 18:3 n-3) na gordura do leite, contudo animais que receberam dieta contendo óleo de soja, apresentaram maiores concentrações de ácido linoléico na gordura do leite em comparação com as cabras que foram alimentadas com dietas enriquecidas com óleo de canola. Entretanto, DePeters et al. (2001), observaram que na gordura do leite de vacas que receberam infusão abomasal de óleo de canola, os teores de ácidos linoléico (C 18:2 n-6) e linolênico (C18:3 n-3), foram maiores, pois a infusão abomasal preveniu a bio-hidrogenação dos ácidos graxos insaturados, o que disponibilizou maior quantidade pós-ruminal para a síntese de gordura do leite. Mir et al. (1999), estudando os constituintes do leite, a concentração de CLA e ácidos graxos de cadeia longa quando cabras Alpinas foram suplementadas com níveis de óleo de canola (0%; 2%; 4% e 6%) na dieta, não observaram efeito significativo para os ácidos graxos C18:2 cis-9, cis-12 e C 18:3 n-3, corroborando em partes com resultados encontrados nesta pesquisa.

Com o aumento de inclusão do óleo de canola na dieta, pode-se observar uma redução quadrática nos ácidos graxos de cadeia curta, bem como aumento quadrático dos ácidos graxos de cadeia longa e dos ácidos graxos insaturados, assim como os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), na muçarela ($p < 0,05$). A redução dos ácidos graxos de cadeia curta foi de 23,26% quando comparado o tratamento controle (0% de inclusão de óleo de canola) e o tratamento de 3% de inclusão de óleo de canola e de 9,60% quando comparado o tratamento 3% e o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola; enquanto, o aumento quadrático dos ácidos graxos de cadeia longa, ácidos graxos insaturados e ácidos graxos monoinsaturados foi de 22,29%, 21,62% e 22,79% quando comparado o tratamento controle e o tratamento de 3% de inclusão de óleo de canola; e de 5,90%, 2,07% e 3,78% quando comparado o tratamento 3% e o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola, respectivamente. Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido

oleico foi o ácido graxo mais representativo, perfazendo aproximadamente 65% do total de ácidos graxos monoinsaturados. Os ácidos graxos de cadeia média e ácidos graxos saturados, assim como os ácidos graxos poli-insaturados não apresentaram efeito significativo na muçarela. A relação ácidos graxos saturados/ ácidos graxos insaturados (AGS/ AGI) na muçarela apresentou redução linear, sendo esta redução de 25,68% quando comparado o tratamento controle e o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola (Tabela 4).

Tabela 4- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a qualidade nutricional da fração lipídica da muçarela (g/ 100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
AG Cadeia Curta ¹	9,50	7,29	6,59	2,94	<0,0001	0,0245
AG Cadeia Média ²	41,84	39,55	36,98	2,75	0,2317	0,9675
AG Cadeia Longa ³	41,99	51,35	54,38	1,22	<0,0001	0,0159
AG Saturados ⁴	55,68	52,40	51,21	3,77	0,2333	0,7397
AG Insaturados ⁵	37,65	45,79	46,74	1,60	<,0001	0,0106
AGS/AGI ⁶	1,48	1,15	1,1	1,76	0,0043	0,1688
AG Monoinsaturados ⁷	34,67	42,57	44,18	1,35	<,0001	0,0138
AG Poli-insaturados ⁸	2,98	3,22	2,56	0,29	0,1345	0,0705
Ácido Oleico ⁹	24,30	29,55	31,36	0,87	0,0001	0,0804
Ômega- 3 ¹⁰	0,17	0,23	0,21	0,026	0,0301	0,0135
Ômega- 6 ¹¹	2,67	2,88	2,28	1,95	0,1356	0,0837
ω-6/ω-3 ¹²	15,95	12,6	10,95	7,09	0,0011	0,3584
IA ¹³	1,93	1,43	1,31	0,14	0,0004	0,0976
IT ¹⁴	2,25	1,82	1,76	0,24	0,0389	0,3158
h/H ¹⁵	0,96	1,01	1,09	0,16	0,5373	0,9517

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹ Y= 9,50(EP=0,3828) -0,99(EP=0,3253) x IOC (%) + 0,84(EP=0,0521) x (IOC (%))²; ² Y= 41,84(EP=2,7546) -0,72(EP=2,3409) x IOC (%) - 0,015(EP=0,3748) x (IOC (%))²; ³ Y= 41,99(EP=1,0559) -4,17(EP=0,8973) x IOC (%) -0,35(EP=0,1436) x (IOC (%))²; ⁴ Y= 55,68(EP=2,8613) -1,44(EP=2,4316) x IOC (%) + 0,12(EP=0,3893) x (IOC (%))²; ⁵ Y= 37,65(EP=1,2215) + 3,91(EP=1,0381) x IOC -0,40(EP=0,1662) x (IOC (%))²; ⁶ Y= 1,44(EP=0,0845) -0,06(EP=0,0218) x IOC (%); ⁷ Y= 34,67(EP=1,1632) + 3,68(EP=0,9885) x IOC (%) -0,35(EP=0,1582) x (IOC (%))²; ⁸ Y= 2,98(EP=0,2250) + 0,23(EP=0,1912) x IOC (%) - 0,05(EP=0,0306) x (IOC (%))²; ⁹ Y= 24,87(EP=0,7896) + 1,78(EP=0,2038) x IOC (%); ¹⁰ Y= 0,17(EP=0,0167) + 0,036(EP=0,0142) x IOC (%) - 0,0048(EP=0,0022) x (IOC (%))²; ¹¹ Y= 2,67(EP=0,2159) + 0,21(EP=0,1835) x IOC (%) - 0,045(EP=0,0293) x (IOC (%))²; ¹² Y= 15,66(EP=1,0907) -0,83(EP=0,2816) x IOC (%); ¹³ Y= 1,86(EP=0,0942) -0,10(EP=0,0243) x IOC (%); ¹⁴ Y= 2,19(EP=0,1585) -0,82(EP=0,0409) x IOC (%); ¹⁵ Y= 0,96(EP=0,1481) + 0,014(EP=0,1258) x IOC (%) + 0,0012(EP=0,0201) x (IOC (%))².

Coeficiente de determinação (R²): ¹ R²= 0,6769; ² R²= 0,0939; ³ R²= 0,8330; ⁴ R²= 0,0804; ⁵ R²= 0,6907; ⁶ R²= 0,3507; ⁷ R²= 0,7187; ⁸ R²= 0,2240; ⁹ R²= 0,6760; ¹⁰ R²= 0,3361; ¹¹ R²= 0,2139; ¹² R²= 0,3530; ¹³ R²= 0,5313; ¹⁴ R²= 0,1992; ¹⁵ R²= 0,0246.

No produto creme de leite, com o aumento da inclusão de óleo de canola na dieta, os ácidos graxos de cadeia curta e média, bem como, os ácidos graxos saturados e a relação ácidos graxos saturados/ ácidos graxos insaturados (AGS/ AGI) reduziram linearmente 41,07%; 23,82%; 15,91% e 35,59%, respectivamente,

quando comparado o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola com o tratamento controle. Enquanto, os ácidos graxos de cadeia longa, ácidos graxos insaturados e ácidos graxos monoinsaturados aumentaram linearmente 41,40%; 28,24% e 32,07% no tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola em relação ao tratamento controle, respectivamente. Assim como na muçarela, os ácidos graxos poli-insaturados do creme de leite não apresentaram efeito significativo e o ácido oleico também é o ácido graxo mais representativo dentre os ácidos graxos monoinsaturados (Tabela 5).

Tabela 5- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a qualidade nutricional da fração lipídica do creme de leite (g/ 100g AG).

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
AG Cadeia Curta ¹	10.30	7.76	6.07	0.69	<.0001	0.9327
AG Cadeia Média ²	49.41	42.38	37.64	1.11	<.0001	0.6012
AG Cadeia Longa ³	38.69	48.07	54.71	1.58	<.0001	0.2221
AG Saturados ⁴	62.27	56.85	52.36	2.28	0.0211	0.9327
AG Insaturados ⁵	35.91	41.41	46.05	2.27	0.0209	0.7906
AGS/AGI ⁶	1.77	1.39	1.14	0.15	0.0235	0.7236
AG Monoinsaturados ⁷	32.65	38.56	43.12	2.287	0.0194	0.7188
AG Poli-insaturados ⁸	3.3085	2.8261	2.9194	0.1592	0.0627	0.0564
Ácido Oleico ⁹	21.94	27.85	31.74	103.47	0.0001	0.3521
Ômega- 3 ¹⁰	0.16	0.18	0.20	0.02	0.1753	0.7001
Ômega- 6 ¹¹	3.01	2.55	2.64	0.16	0.1004	0.0894
ω-6/ω-3 ¹²	19.28	11.75	15.34	1.56	0.2587	0.4415
IA ¹³	2.21	1.67	1.37	0.19	0.019	0.6182
IT ¹⁴	2.68	2.21	1.84	0.22	0.0351	0.8542
h/H ¹⁵	0.65	0.85	1.09	0.08	0.0082	0.7951

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹Y= 2,32(EP=0,0676) - 0,09(EP=0,0174) x IOC (%); ² Y= 3,89(EP=0,0230) - 0,045(EP=0,0059) x IOC (%); ³ Y= 3,66(EP=0,0291) -0,058(EP=0,0075) x IOC (%); ⁴ Y= 4,13(EP=0,0332) -0,029(EP=0,0085) x IOC (%); ⁵ Y= 3,58(EP=0,0491) + 0,042(EP=0,0126) x IOC (%); ⁶Y= 1,74(EP=0,1255) -0,10(EP=0,0324) x IOC (%); ⁷Y= 3,49(EP=0,0542) - 0,047(EP=0,0140) x IOC (%); ⁸Y= 3,26(EP=0,1333) - 0,22(EP=0,1133) x IOC (%) + 0,028(EP=0,0181) x (IOC (%))²; ⁹Y= 4,71(EP=0,0857) + 0,16(EP=0,0221) x IOC (%); ¹⁰Y= 0,16(EP=0,0172) + 0,012(EP=0,0146) x IOC (%) - 0,00094(EP=0,0023) x (IOC (%))²; ¹¹Y= 2,95(EP=0,1296) - 0,20(EP=0,1101) x IOC (%) + 0,026(EP=0,0176) x (IOC (%))²; ¹²Y= 2,93(EP=0,0966) -0,15(EP=0,0821) x IOC (%) + 0,016(EP=0,0131) x (IOC (%))²; ¹³Y= 2,17(EP=0,1612) -0,14(EP=0,0416) x IOC (%); ¹⁴Y= 2,66(EP=0,1864) -0,14(EP=0,0481) x IOC (%); ¹⁵Y= 0,64(EP=0,0682) + 0,073(EP=0,0176) x IOC (%). Coeficiente de determinação (R²): ¹ R²= 0,6256; ² R²= 0,7842; ³ R²= 0,7898; ⁴ R²= 0,6152; ⁵ R²= 0,6136; ⁶ R²= 0,5974; ⁷ R²= 0,6202; ⁸ R²= 0,4682; ⁹ R²= 0,7651; ¹⁰ R²= 0,3124; ¹¹ R²= 0,4319; ¹² R²= 0,5212; ¹³ R²= 0,6177; ¹⁴ R²= 0,5491; ¹⁵ R²= 0,7124.

Os ácidos graxos de cadeia curta e média, naturalmente, compõe em grande maioria, a gordura do leite, sendo a redução dos ácidos graxos de cadeia curta e média decorrente da inibição da ação das enzimas lipogênicas Acetil-CoA Carboxilase e Sintetase de Ácido Graxo, as quais atuam na síntese *de novo* na

glândula mamária e são responsáveis pela formação de ácidos graxos de até 16 carbonos do leite. A inibição da ação destas enzimas ocorre devido à ação dos ácidos graxos *trans*, os quais são oriundos da bio-hidrogenação ruminal parcial dos ácidos graxos insaturados incluídos na dieta (BAUMAN, HARVATINE, LOCK, 2011).

Segundo Henning et al. (2006), quando vacas são alimentadas com altas quantidades de gorduras insaturadas, há a tendência do leite apresentar maiores quantidades de ácidos graxos insaturados e menores quantidades de ácidos graxos saturados. Quando estes animais recebem grande teor de ácidos graxos insaturados de cadeia longa, assim como o leite, seus derivados também apresentam aumento da quantidade destes mesmos lipídeos, em contrapartida, há a redução dos ácidos graxos de cadeia curta e média.

Estudando o efeito da inclusão de níveis de óleo de canola (0%; 2%; 4% e 6%) na dieta de cabras Alpinas nos constituintes do leite, concentração de CLA e ácidos graxos de cadeia longa, Mir et al. (1999), observaram redução quadrática significativa dos ácidos graxos de cadeia curta e média, corroborando com resultados encontrados nesta pesquisa.

Oeffner et al. (2013), quando avaliaram a composição do leite, manteiga e muçarela de animais que receberam linhaça extrusada (0; 0,91; 1,81 e 2,72 Kg/d) e 1,81 Kg/d de grãos de linhaça em sua alimentação, assim como óleo de canola, um alimento rico em ácidos graxos insaturados, observaram que o perfil dos ácidos graxos que compõem o leite ficou mais insaturado, quando os animais receberam 2,72 Kg/d de linhaça extrusada comparado ao tratamento controle (0 Kg/d), notaram redução linear de 18% de ácidos graxos saturados e aumento linear de 35% e 82% nas proporções de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, respectivamente. Os produtos creme de leite e muçarela apresentaram perfis de ácidos graxos semelhantes ao perfil lipídico do leite, e os pesquisadores também encontraram redução de linear de 17% e 18% na proporção de ácidos graxos saturados; e aumento linear de 28% e 35% nos ácidos graxos monoinsaturados, além do aumento de 73% e 43% dos ácidos graxos poli-insaturados, no creme de leite e muçarela, respectivamente.

Estudando o efeito da combinação de gorduras dietéticas proporcionando níveis de ácido oleico e linoleico e suplementação com monensina no desempenho de animais leiteiros, perfil de ácidos graxos e depressão da gordura do leite, He et al. (2012), observaram redução dos ácidos graxos de cadeia curta e média, sendo

semelhante os resultados obtidos nesta pesquisa pelo fato do óleo de canola ser uma fonte de ácido oleico.

Na pesquisa de Barros (2011), houve redução linear das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e média ($P < 0,05$) e aumento linear na concentração de ácidos graxos de cadeia longa ($P < 0,05$) na manteiga, quando foi elevado o nível de óleo de girassol da dieta (T0- sem adição de óleo; T1- adição de 1,5% de óleo de girassol; T2- adição de 3,0% de óleo de girassol; T3- adição de 4,5% de óleo de girassol) de vacas mestiças (Holandês X Gir).

Por muito tempo, os alimentos de origem animal foram considerados vilões na saúde humana, considerados como precursores de doenças cardiovasculares, devido aos teores de ácidos graxos saturados. Entretanto, atualmente, com o avanço das pesquisas, estes produtos de origem animal, vêm sendo excluídos da lista de produtos que trazem prejuízos a saúde, uma vez que mudanças na dieta dos animais alteram o perfil de ácidos graxos que compõem esses alimentos, tornando-os mais adequados nutricionalmente. Isso pode ser notado na presente pesquisa, onde a inclusão de óleo de canola à dieta dos animais proporcionou a obtenção de creme de leite e muçarelas mais saudáveis.

Pesquisas em saúde humana vêm buscando descobrir quais os melhores alimentos para saúde, e, conseqüentemente, a longevidade e qualidade de vida. Com isso, ênfase tem sido dada ao equilíbrio da dieta, pois com a era industrial, a obtenção de alimentos se tornou mais prática e fácil, entretanto, o consumo de alimentos naturais foi reduzido drasticamente, gerando um desequilíbrio. A relação ômega-6/ômega-3 é um exemplo deste desequilíbrio, antes os valores que eram de 1/1, passaram para 15-20/1 na atualidade. Quanto menor a relação ômega-6/ômega-3, mais saudável é o alimento, sendo assim, os produtos lácteos de animais alimentados com a inclusão de óleo de canola, tornam-se importantes contribuintes para uma alimentação mais saudável, uma vez que o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola proporcionou valor desta relação de 15,34 quando comparado ao controle de 19,28 no creme de leite e de 10,95 e 15,95 na muçarela, respectivamente. Callaway (2004), afirma que a Organização Mundial da Saúde (OMS), juntamente com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) sugerem os valores de 5:1 podendo chegar até 10:1 para a razão ômega-6/ômega-3, sendo estes valores ideais para uma alimentação equilibrada, e conseqüentemente, benéfica a saúde humana.

A inclusão de 6% de óleo de canola na dieta resultou na redução linear de 31,35% da relação ômega-6/ômega-3 em comparação ao tratamento controle. Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 apresentaram efeito quadrático significativo, sendo observada melhor resposta no tratamento de 3% de inclusão do óleo de canola, sendo estes resultados observados na muçarela (Tabela 4). No creme de leite (Tabela 5), a inclusão de óleo de canola não apresentou efeito significativo para os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 e nem para a relação ômega-6/ômega-3, diferentemente da muçarela.

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes no óleo ou gordura (TONIAL et al., 2011). O índice de trombogenicidade considera os ácidos graxos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) como pró-trombogênicos, enquanto os insaturados são admitidos como antitrombogênicos, sendo os ácidos graxos mono e poli-insaturados ω -6 menos antitrombogênicos que o ácido graxo poli-insaturado ω -3 (CALDEIRA et al., 2010).

De acordo com Bentes et al. (2009), quanto maior a razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), mais adequado nutricionalmente é o óleo ou a gordura, sendo o inverso para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, ou seja, quanto menores os valores destes índices mais adequado o lipídeo, pois maior é a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos e menor é o risco de incidência de doenças cardiovasculares. Contudo, não há valores recomendados para estes índices em produtos lácteos, apenas considera-se que quanto menor for o valor destes índices, mais favorável é o perfil de ácidos graxos a saúde humana.

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, na muçarela, reduziram linearmente 32,12% e 21,78%, passando de 1,93 g/ 100g de AG e 2,25 g/ 100g de AG no tratamento de controle para 1,31 g/ 100g de AG e 1,76 g/ 100g de AG no tratamento de 6%, respectivamente. O índice h/H apresentou valores de 0,96; 1,01 e 1,09 nos tratamentos controle, 3% e 6% de inclusão de óleo de canola, não sendo observado efeito significativo na muçarela (Tabela 4); enquanto no creme de leite, apresentou aumento linear 67,69% quando comparado o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola em relação ao tratamento controle. No creme de leite, os índices de aterogenicidade e trombogenicidade também reduziram linearmente

como na muçarela, sendo esta redução de 38,00% e 31,34%, respectivamente, quando comparado o tratamento de 6% de inclusão de óleo de canola e o tratamento controle (Tabela 5).

Na presente pesquisa houve melhoria na qualidade nutricional, indicando que a muçarela e o creme de leite apresentam menor potencial de estímulo à agregação plaquetária, e conseqüentemente, menor risco de desenvolvimento de aterosclerose e trombose.

Na pesquisa de Caroprese et al. (2010), foi avaliado o perfil de ácidos graxos do leite quando vacas foram suplementadas com semente de linhaça (1,2 Kg/ dia) e óleo de peixe (200g/ dia), bem como os índices de aterogenicidade e trombogenicidade. Para o tratamento controle, o índice de aterogenicidade foi de 2,119, sendo este mesmo índice de 2,093 para tratamento com óleo de peixe e de 1,859 para o tratamento com semente de linhaça. O índice de trombogenicidade foi de 2,50 no tratamento controle, de 2,41 no tratamento com óleo de peixe e de 2,31 no tratamento com semente de linhaça. O tratamento de semente de linhaça foi o que apresentou os menores índices.

Segundo Santos-Silva, Bessa e Santos-Silva (2002), o índice h/H leva em consideração a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, sendo o tipo e a quantidade destes ácidos graxos, relacionados com o grau de risco de incidência de doenças cardiovasculares.

Barros (2011) encontrou redução linear dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade ($P < 0,0001$), e aumento linear da relação h/H ($P < 0,0001$) nas manteigas oriundas do leite de animais alimentados com níveis de óleo de girassol (0%; 1,5%; 3% e 4,5%), sendo respectivamente IA: 4,02; 2,70; 1,80 e 1,41 e IT: 4,68; 3,43; 2,50 e 2,05; e h/H: 0,30; 0,45; 0,62 e 0,70. Conforme a inclusão de óleo houve redução dos índices, o que demonstra melhoria da qualidade nutricional da manteiga.

Lopes et al. (2008) encontraram valores de IA: 3,01; 2,48; 2,00 e 1,88; e IT: 2,83; 2,47; 2,27 e 2,15, respectivamente, em manteigas de tratamentos com inclusão de 0%; 1,5%; 3,0% e 4,5% de óleo de soja. Assim como Ribeiro et al. (2011), encontraram em leite valores de de IA: 2,56; 1,88; 1,56 e 1,38; e IT: 1,68; 1,42; 1,27 e 1,22, respectivamente, em tratamentos com inclusão de 0%; 1,5%; 3,0% e 4,5% de óleo de girassol.

Em sua pesquisa, Welter (2015), observou redução linear dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade ($P < 0,0001$), e aumento linear da relação h/H ($P < 0,0001$), encontrando valores de IA: 2,44; 1,55 e 1,26 e IT: 2,91; 2,05; e 1,75, e da relação h/H: 0,54; 0,83 e 1,05, respectivamente, em leite, de animais alimentados com inclusão de 0%; 3% e 6% de óleo de canola.

Na presente pesquisa não houve efeito significativo quanto ao teor de umidade na muçarela com a inclusão do óleo de canola na dieta, sendo os valores observados, condizentes com o preconizado na legislação (Tabela 6).

Tabela 6- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a composição e rendimento da muçarela.

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
Umidade (%) ¹	49,91	51,32	50,35	3,59	0,7522	0,3346
Matéria Mineral (%) ²	5,61	6,11	5,97	0,21	0,1536	0,1481
Proteína Bruta (%) ³	26,42	28,30	28,52	1,01	0,0261	0,2488
Gordura (%) ⁴	17,84	17,29	17,15	2,012	0,5696	0,8451
Gordura no Extrato Seco (%) ⁵	35,51	35,41	34,38	3,63	0,5484	0,7763
Rendimento ⁶	9,85	10,12	9,75	0,47	0,7388	0,2216

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹ $Y = 49,91(EP=1,0300) + 0,86(EP=0,8753) \times IOC (\%) - 0,13(EP=0,1401) \times (IOC (\%))^2$; ² $Y = 5,60(EP=0,2147) + 0,27(EP=0,1824) \times IOC (\%) - 0,036(EP=0,0292) \times (IOC (\%))^2$; ³ $Y = 26,69(EP=0,7377) + 0,35(EP=0,1904) \times IOC (\%)$; ⁴ $Y = 17,84(EP=1,5039) - 0,25(EP=1,2780) \times IOC (\%) + 0,022(EP=0,2046) \times (IOC (\%))^2$; ⁵ $Y = 35,51(EP=2,6292) - 0,12(EP=2,2343) \times IOC - 0,051(EP=0,3577) \times (IOC (\%))^2$; ⁶ $Y = 9,85(EP=0,4212) + 0,19(EP=0,3579) \times IOC (\%) - 0,035(EP=0,0573) \times (IOC (\%))^2$.

Coefficiente de determinação (R^2): ¹ $R^2 = 0,0610$; ² $R^2 = 0,1636$; ³ $R^2 = 0,1745$; ⁴ $R^2 = 0,0078$; ⁵ $R^2 = 0,0076$; ⁶ $R^2 = 0,0260$.

De acordo com a Portaria N°364, de 04 de Setembro de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1997), o teor máximo de umidade para o queijo tipo muçarela é de 60%. Marchiori (2006) encontrou resultados semelhantes para umidade em muçarelas de leite de vaca produzidas de forma convencional e orgânica (57,60 e 55,30, respectivamente). Torres et al. (2000), avaliando a composição centesimal e determinando o valor calórico dos alimentos produzidos no país, encontraram valor de 47,10% de umidade para muçarela. A FAO (Food and Agriculture Organization) (2013), cita valores entre 49,7 e 58,8% para umidade em queijo muçarela.

Para manteiga o teor máximo de umidade é de 16%, sendo aceitável o teor de 18% na manteiga não salgada conforme a Portaria N°146, de 07 de Março de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL,

1996). Para o creme de leite a Portaria N°146, de 07 de Março de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1996), não estabelece valores para a umidade deste produto. Antoniazzi e Rech (2011), encontraram valores de umidade de 46,65% e 44,94% em cremes de leite aromatizados, sendo o teor de umidade encontrado na presente pesquisa, semelhante ao encontrado por estes autores, não apresentando efeito significativo com a inclusão do óleo de canola na dieta (Tabela 7).

Tabela 7- Efeito da suplementação com óleo de canola na dieta de vacas sobre a composição do creme de leite.

Variáveis	Inclusão de óleo de canola			EPM*	Probabilidade	
	0%	3%	6%		Linear	Quadrático
Umidade (%) ¹	44.61	43.03	38.94	3.00	0.1139	0.6432
Matéria Mineral (%) ²	0.84	0.9442	0.8933	0.05	0.407	0.2942
Gordura (%) ³	58.00	56.67	62.84	2.42	<.0001	<.0001

*EPM= Erro padrão da média.

Equações: ¹ Y= 3,78(EP=0,0633) + 0,071(EP=0,0538) x IOC (%) - 0,0042(EP=0,0086) x (IOC (%))²; ² Y= 0,84(EP=0,0475) + 0,048(EP=0,0462) x IOC (%) - 0,0064(EP=0,0074) x (IOC (%))²; ³ Y= 4,096(EP=0,0622) - 0,036(EP=0,0529) x IOC (%) + 0,0071(EP=0,0084) x (IOC (%))².

Coeficiente de determinação (R²): ¹ R²= 0,2193; ² R²= 0,2165; ³ R²= 0,1342.

Barros et al. (2013), encontraram teores de umidade entre 18,33% a 19,48% em manteigas provenientes do leite de animais suplementados com óleo de girassol na dieta. Enquanto Fernandes et al. (2012), avaliando manteigas comercializadas no Estado de Minas Gerais, encontraram valores entre 13,69% a 30,47% para teor de umidade. Torres et al. (200), encontraram valor de 15,39% para teor de umidade em manteiga.

Na muçarela, quanto ao teor de gordura e gordura no extrato seco (GES), não houve efeito significativo com a inclusão do óleo de canola na dieta, estando os valores observados em conformidade com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1996), o qual preconiza valor de 35% de gordura no extrato seco, exceto o tratamento 6%, que apresentou valor pouco inferior a 35%. Para manteiga o valor referente a gordura deve ser superior a 82% (BRASIL, 1997). Oliveira et al. (2009), estudando a composição química e o perfil de ácidos graxos do leite e de muçarela de búfalas que receberam óleo de soja como suplementação na dieta, observaram que tanto no leite como na muçarela os teores de gordura aumentaram, o que discorda com o que foi observado para o queijo tipo muçarela desta pesquisa, o qual não apresentou efeito significativo. Estudos têm demonstrado

redução no teor de gordura e proteína do leite quando fontes lipídicas são adicionadas a dieta de vacas leiteiras. Esta depressão do teor de gordura do leite está relacionada aos ácidos graxos C18:2 cis-10, trans-12; C18:1 trans- 10 e C18:1 cis-9, trans-11, os quais reduzem a síntese de gordura do leite (BAUMAN; LOCK, 2006).

No que se refere a gordura do creme de leite, houve efeito quadrático, com a inclusão de óleo de canola, sendo os valores observados superiores ao preconizado pela legislação, configurando-se um creme de alto teor de gordura (> 50%). Antoniazzi e Rech (2011), encontraram valores de gordura de 41,17% e 42,46% em cremes de leite aromatizados, sendo os valores encontrados nesta pesquisa superiores aos valores encontrados por estes autores. Fernandes et al. (2012), encontraram valores entre 67,58% a 84,32% para gordura em manteigas de Minas Gerais, enquanto Barros et al. (2013), obtiveram valores entre 83,5% a 85,9% em manteigas provenientes do leite de animais suplementados com óleo de girassol na dieta. Marchiori (2006) encontrou resultados de 16,79% e 20,30% de gordura em muçarelas produzidas de forma convencional e orgânica, respectivamente. Imm et al. (2003) encontraram valor de 21,13% de gordura em muçarela produzida a partir de leite bovino. Torres et al. (2000), avaliando a composição centesimal e determinando o valor calórico dos alimentos produzidos no país, encontraram valor de 23,14% de gordura em muçarela e teor de 82,15% de gordura em manteiga. Valores entre 17,7-24,4% para gordura na muçarela são preconizados pela FAO (Food and Agriculture Organization) (2013).

A proteína do queijo muçarela apresentou aumento linear 7,95% quando comparado o tratamento controle e o tratamento de 6% de inclusão do óleo de canola na dieta apresentando média de 26,69%, valor superior ao encontrado por Marchiori (2006), os quais foram de 21,74% e 20,06% em muçarelas produzidas de forma convencional e orgânica, respectivamente. Enquanto, corrobora com Imm et al. (2003), que encontraram valor de 26,07% de proteína em queijo muçarela produzida a partir de leite bovino e Torres et al. (2000), que obtiveram valor de 25,16% de proteína em muçarela. Olivares et al. (2012) encontraram valores de 22,34% a 24,02% de proteína em fatias de muçarela embaladas a vácuo e valores de 23,30% a 24,43% de proteína em fatias de muçarela embaladas em atmosfera composta por CO₂ e N₂. Torres et al. (2000), também obtiveram valor de 0,24% de

proteína em manteiga. A FAO (Food and Agriculture Organization) (2013), cita valores entre 16,7 e 28,9% para proteína em queijo muçarela.

O teor de cinzas na muçarela não apresentou efeito significativo, sendo observado valor médio de 5,6%, valor superior ao de Marchiori (2006) que foram de 2,15% e 2,78%, respectivamente, em muçarelas de leite de vaca produzidas de forma convencional e orgânica e Marino et al. (2010), os quais encontraram valores entre 1,82% e 2,75% para cinzas em muçarelas comerciais produzidas com leite de búfala; também superior ao encontrado por Torres et al. (2000), que observaram valor de 3,59% de cinzas em muçarela. Apesar de valor médio ser superior ao encontrado por Imm et al. (2003), os quais encontraram valor de 4,38% de cinzas em queijo muçarela produzida a partir de leite bovino, este resultado, assemelha-se por também apresentar um valor mais alto e relativamente próximo.

No creme de leite, no que se refere a matéria mineral, não houve efeito significativo com a inclusão do óleo de canola na dieta. Antoniazzi e Rech (2011), encontraram valores de cinzas de 0,40% e 0,31% em cremes de leite aromatizados, sendo os valores encontrados nesta pesquisa superiores ao encontrado por estes autores. Fernandes et al. (2012), a qual variou entre 0,13% e 4,63% para manteigas comercializadas em duas cidades de Minas Gerais. Samet- Bali, Ayadi e Attia (2009), encontraram teor de cinzas de 1,80% em manteigas tradicionais da Tunísia. Enquanto, Torres et al. (2000), obtiveram teor de 1,90% de cinzas em manteiga.

O rendimento bruto do queijo muçarela não apresentou efeito significativo com a inclusão do óleo de canola na dieta. Andreatta (2006) encontrou rendimento médio para o queijo muçarela de 10 litros de leite por quilo de queijo, próximo ao encontrado nesta pesquisa.

Este aumento no teor de proteína e gordura dos derivados talvez seja em função da concentração dos sólidos no leite com o decorrer da lactação, onde há redução do volume de leite, concentrando a proteína e gordura.

Quanto a atividade de água as médias dos tratamentos para muçarela foram bem superiores aos valores preconizados pelo Conselho Regional de Química (CRQ-4ª Região, 2015), que são entre 0,93-0,96; enquanto para o creme de leite os valores estão dentro do preconizado que é $\geq 0,98$ (Tabelas 8 e 9). Para a manteiga, os valores de atividade de água são entre 0,93-0,98.

Tabela 8- Efeito suplementação com óleo de canola na qualidade microbiológica da muçarela.

Variáveis	Tratamentos		
	0%	3%	6%
Bolores e Leveduras	$6,3 \times 10^5$ UFC/ g	$3,0 \times 10^5$ UFC/ g	$3,1 \times 10^5$ UFC/ g
Bactérias Lipolíticas	$8,3 \times 10^4$ UFC/ g	$2,5 \times 10^5$ UFC/ g	$5,0 \times 10^4$ UFC/ g
Bactérias Proteolíticas	$5,2 \times 10^5$ UFC/ g	$2,8 \times 10^6$ UFC/ g	$1,3 \times 10^6$ UFC/ g
Bactérias Lácticas	$2,2 \times 10^6$ UFC/ g	$3,1 \times 10^6$ UFC/ g	$7,5 \times 10^5$ UFC/ g
Atividade de água ⁵	0.99	0.97	0.99

Souza et al. (2014), encontraram valores de atividade de água variando entre 0,89 a 0,96 para queijos tipo coalho comercializados em diferentes estados da região Nordeste.

Santos et al. (2011), encontraram valores de atividade de água entre 0,96-0,97 em queijo tipo muçarela de búfala e afirmam que o crescimento de bactérias que influenciam na deterioração de um alimento é inibido em valores de atividade de água inferiores a 0,90; sendo que a maioria das leveduras não cresce em atividade de água abaixo de 0,85 e os fungos em valores abaixo de 0,70.

Tabela 9- Efeito suplementação com óleo de canola na qualidade microbiológica do creme de leite.

Variáveis	Tratamentos		
	0%	3%	6%
Bolores e Leveduras	$6,0 \times 10^6$ UFC/ g	$4,5 \times 10^6$ UFC/ g	$5,7 \times 10^6$ UFC/ g
Bactérias Lipolíticas	$3,2 \times 10^6$ UFC/ g	$2,2 \times 10^6$ UFC/ g	$1,2 \times 10^6$ UFC/ g
Bactérias Proteolíticas	$7,0 \times 10^6$ UFC/ g	$4,1 \times 10^6$ UFC/ g	$4,3 \times 10^6$ UFC/ g
Bactérias Lácticas	$8,4 \times 10^6$ UFC/ g	$7,5 \times 10^6$ UFC/ g	$1,4 \times 10^7$ UFC/ g
Atividade de água ⁵	1.01	1.01	1.01

Para os dois produtos lácteos a contagem de microrganismos foi elevada sugerindo contaminação durante a colheita do leite, o processamento, colheita e semeadura das amostras, apesar das embalagens serem sanitizadas, estas não foram estéreis; além disso, creme não passou pelo processo de pasteurização, enquanto o leite utilizado na produção da muçarela passou por processo de pasteurização lenta (65°C por 30 minutos), reduzindo a carga de microbiana. Isso ressalta a importância do manejo higiênico da ordenha para obtenção de matéria-prima com qualidade, boas práticas de fabricação durante o processamento, além de cuidados com a embalagem e armazenamento, visando a segurança alimentar dos consumidores.

Reis Filho e Iaria (1981), estudando microrganismos presentes em manteigas comercializadas em São Paulo, encontraram valores para contagem de bolores e leveduras e bactérias lipolíticas entre $0-4,5 \times 10^7$ UFC/ g, para bactérias proteolíticas

entre $0-4,87 \times 10^6$ UFC/ g, ressaltando que uma manteiga de boa qualidade deve apresentar contagem inferior a 10^3 UFC/ g de bactérias proteolíticas e $0,5 \times 10^2$ UFC/ g de bactérias lipolíticas.

Martins et al. (2009), encontraram valores entre $< 10^2$ a 10^7 UFC/ g para bolores e leveduras em cremes de leite pasteurizados.

Maziero, Viana e Bersot (2010), estudando a presença de microrganismos psicotróficos lipolíticos em produtos lácteos com alto teor de gordura durante o prazo comercial, observaram que na manteiga houve crescimento progressivo na contagem de destes microrganismos chegando a $2,4 \times 10^5$ UFC/g, enquanto para o creme de leite não houve crescimento de microrganismos.

Fonseca et al. (2006), pesquisando a qualidade do leite de cabra *in natura* e do produto pasteurizado armazenados por diferentes períodos, observaram que quando o leite cru foi armazenado a 4°C , a população de microrganismos mesófilos permaneceu dentro dos limites de 5×10^5 UFC/ mL até três dias de armazenamento, enquanto que a 10°C , neste mesmo período de tempo, a população destes microrganismos já havia ultrapassado este limite. Para os microrganismos psicotróficos a taxa de crescimento foi semelhante para as duas temperaturas de armazenamento (4°C e 10°C), entretanto, no terceiro dia de armazenamento, o leite armazenado a 10°C , alcançou população em torno de 10^6 UFC/ mL. Os microrganismos psicotróficos lipolíticos e proteolíticos atingiram população de $6,02 \times 10^4$ e $2,0 \times 10^5$ UFC/ mL no terceiro dia a 4°C , respectivamente, enquanto que a 10°C , neste mesmo período, ultrapassaram 10^6 UFC/ mL. Após a pasteurização, não houve contagem de microrganismos psicotróficos lipolíticos e proteolíticos, enquanto para os microrganismos mesófilos a contagem se manteve estável entre $2,96 \times 10^2$ e $4,29 \times 10^3$ UFC/ mL.

Citadin et al. (2009), encontraram valores entre $5,5 \times 10^1$ e $1,2 \times 10^5$ UFC/mL de bolores e leveduras em amostras de leite cru refrigerado e afirmam que contagens acima de 100 UFC/mL, indicam condições insatisfatórias de higiene, apesar da inexistência de padrão microbiológico para a enumeração destes microrganismos. Enquanto, Araújo et al. (2001), encontraram valores para bolores e leveduras entre <10 e $4,78 \times 10^6$ UFC/ g em queijo Minas frescal comercializados em Salvador.

Silva et al. (2010b), encontraram valores entre $3,8 \times 10^4$ e $7,2 \times 10^4$ UFC/ g para bolores e leveduras em queijos de coalho processados em laticínios alagoanos.

7. CONCLUSÃO

A inclusão de óleo de canola na dieta de vacas alterou o perfil de ácidos graxos da muçarela e creme de leite caracterizando produtos com perfis lipídicos mais favoráveis a saúde humana, podendo estes serem classificados como alimentos funcionais. Os perfis lipídicos apresentaram menores proporções de ácidos graxos saturados em função de um maior teor de ácidos graxos insaturados, melhor relação $\omega 6/\omega 3$, aumento de ácidos graxos de cadeia longa, ácidos graxos insaturados, ácidos graxos monoinsaturados e ácido oleico; e redução dos ácidos graxos de cadeia curta. O rendimento da muçarela não foi alterado, apenas a proteína bruta, enquanto, no creme de leite apenas a gordura apresentou alterações. Ambos derivados apresentaram qualidade microbiológica deficiente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIA- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. Disponível em: <http://www.abia.org.br/anexos2012/42ecee10-dd4e-4dd3-af3b-79829b816a31.pdf>. Acesso em: 17 jan 2014.
- ALBUQUERQUE, T.C. **Perfil microbiano láctico do queijo de coalho artesanal de Cachoeirinha- PE, Brasil**. 2010. 78f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- ANDREATTA, E. **Avaliação da qualidade dos queijos Minas Frescal e tipo Mussarela produzidos com leite contendo diferentes níveis de células somáticas**. 2006. 112f. Dissertação (Doutorado)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.
- ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição Animal**. Ed.Nobel, v.1, São Paulo, 1999. 395p.
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.3, n.2, p.145-154, 2004.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington, VA. Washington (USA): AOAC, 1995.
- ARABBI, R. P. Alimentos funcionais: aspectos gerais. **Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.21, p. 87-102, 2001.
- ARAUJO, W.N. et al. Determinação do número de bolores e leveduras no queijo Minas comercializado na região metropolitana de Salvador-Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.2, n.1, p.10-14, 2001.
- ANTONIAZZI, R.C.; RECH, R. **Creme de leite aromatizado**. 2011. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso. –Curso Superior de Tecnologia dos Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
- BALDISSERA, A.C. *et al.* Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, 2011.
- BANKS, J.M. Queso. In: EARLY, R. **Tecnología de los Productos Lácteos**. 2 ed. Acribia, Zaragoza, 2000.
- BARRADAS, M.A. ET AL. The effect of olive oil supplementation on human platelet function, serum cholesterol-related variables and plasma fibrinogen concentrations: a pilot study. **Nutrition Research**, v.10, n., p.403-411, 1990.
- BARROS, P.A.V. **Perfil de ácidos graxos, propriedades nutricionais e estabilidade oxidativa de manteigas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol**. 2011. 59f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BARROS, P.A.V.; GLORIA, M.B.A.; LOPES, F.C.F. et al. Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1545-1553, 2013.

BAUMAN, D.E.; HARVATINE, J.K.; LOCK, A.L. Nutrigenomics, Rumen-Derived Bioactive Fatty Acids, and the Regulation of Milk Fat Synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.31, n., p.299-319, 2011.

BAUMAN, D.E.; LOCK, A.L. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference. 2006. p. 1–14. Disponível em: <http://www.dairyweb.ca/Resources/3SDNC2006/Bauman.pdf>. Acesso em: 28 out 2015.

BAYOURTHE, C.; ENJALBERT, F.; MONCOULON, R. Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.4, p.690-696, 2000.

BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite: Produção, Industrialização, Análise**. 13 ed. Livraria Nobel S.A. São Paulo, 1999.

BENITO, P.; CABALLERO, J.; MORENO, J. et al. Effects of Milk enriched with ω -3 fatty acid, oleic acid and folic acid in patients with metabolic syndrome. **Clinical Nutrition**, v.25, n., p.581-587, 2006

BENTES, A.S. et al. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.2, p.97-108, 2009.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda, 2008. 1114 p.

BESSA, R.J.B. et al. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Sciences**, v.63, n., p.201-211, 2000.

BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.31, n., p.118-129, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. SDA/DIPOA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de manteiga. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. SDA/DIPOA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do creme de leite. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. SDA/DIPOA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo mozzarella (mozzarella ou mussarela). Portaria nº 364 de 4 de setembro de 1997. Brasília, 1997. 6 p

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 18 de 30 de abril de 1999. Disponível em: http://www.rebrae.com.br/banco_arquivos/arquivos/nutricao/Manual%20ANVISA.pdf. Acesso em: 10 jan 2014.

BUZI, K.A. et al. Análise microbiológica e caracterização eletroforética do queijo mussarela elaborado a partir de leite de búfala. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.1, p.7-11, 2009.

CALDEIRA, L.A.; FERRÃO, S.P.B.; FERNANDES, S.A.A. et al. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.4, p.545-554, 2010.

CALLAWAY, J.C. Hempseed as a nutritional resource: Na overview. **Euphytica**, v.140, n., p.65-72, 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/fsnforum/sites/default/files/resources/Hempseed%20as%20a%20nutritional%20resource-%20An%20overview.pdf>. Acesso em :11 mai 2015.

CAROPRESE, M. et al. Flaxseed supplementation improves fatty acid profile of cow milk. **Journal of Dairy Science**, v.93, n., p.2580-2588, 2010.

CHICHLOWSKI, M.W. ; SCHROEDER, J.W.; PARK, C.S.; *et al.* Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 9, p.3084-3094, 2005.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p. 1072, 1982.

CITADIN, A.S. et al. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e fatores associados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.52-59, 2009.

CODEX ALIMENTARIUS. Codex Standard for Mozzarella (CODEX STAN 262-2006). 2013. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.org/search-results/?cx=018170620143701104933%3Ai-zresgmxec&cof=FORID%3A11&q=mozzarella&sa.x=0&sa.y=0&sa=search&siteurl=http%3A%2F%2Fwww.codexalimentarius.org%2F&siteurl=www.codexalimentarius.org%2F&ref=www.google.com.br%2F&ss=2154j1287762j9>. Acesso em: 24 fev 2015.

COLLOMB, M. et al. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. **International Dairy Journal**, v.16, n., p.1347-1361, 2006.

CONAB- **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_03_13_10_59_58_canola_fevereiro_2015.pdf. Acesso em: 20 mai 2015.

CORRADINI, S.A.S. **Avaliação sensorial, composição proximal e de ácidos graxos do leite, sorvete e queijo tipo mussarela de vacas mestiças suplementadas com óleo de palma ou de coco.** 2013.70f. Dissertação (Doutorado)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

COSTA, R.G. et al. Influencia do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. supl.especial, p.307-321, 2009.

CRQ-4ª Região- Conselho Regional de Química 4ª Região. **Tabela de valores de pH e Atividade de Água (Aw) de diversos alimentos.** Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/microbiologia2_alimentos_2008.pdf. Acesso em : 04 jun 2015.

DAVIS, G.L.; HICKEY, P.J.. Media and dilution water preparation. In: WEHR, H.M.; FRANK, J.F.. **Standard methods for the examination of dairy products.** 17. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2004. Cap. 4. p. 93-102.

DEFILIPPIS, A.P.; SPERLING, L.S. Understanding omega-3's. **American Haert Journal**, v.151, n.3, p.564-570, 2006.

DEPETERS, E.J. et al. Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. **Journal of Dairy Science**, v.84, n., p.929-936, 2001.

DINIS, A.T.I. **Influência da temperatura de armazenamento num entre posto em indicadores microbiológicos da segurança e da qualidade alimentar.** 2011.104f.Dissertação (Mestrado). Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, 2011.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4 th ed. Washington: American Public Health Association, 2001.676p.

EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; MCINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, n., p.508-516, 2002.

FAO. **Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation.** 2008. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/fatsandfattyacids_humannutrition/en/. Acesso em: 24 fev 2015.

FAO. **Milk availability Trends in production and demand and medium-term outlook.** 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/015/an450e/an450e00.pdf>. Acesso em: 23 fev 2015.

FAO. **Milk and dairy products in human nutrition.** 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>. Acesso em: 24 fev 2015.

FERNANADES, R.V.B.; BOTREL, D.A.; SOUZA, V.R. et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos de manteigas do tipo comum. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 171-176, 2012.

FERNANDES, M.F. **Qualidade do leite de cabras mestiças Moxotó suplementadas com diferentes fontes e níveis de óleos de vegetais**.2007. 79f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

FERREIRA NETO, C.J.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciências Agrotécnicas**, v.29, n.4, p.795-802, 2005.

FLAKELAR, C.L.; LUCKETT, D.J.; HOWITT, J.A. et al. Canola (*Brassica Napus*) oil from Australian cultivars shows promising levels of tocopherols and carotenoids, along with good oxidative stability. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2015.03.010>

FONSECA, C.R. et al. Qualidade do leite de cabras in natura e do produto pasteurizado armazenados por diferentes períodos. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.26, n.4, p.944-949, 2006.

FRANK, J.F.; YOUSEF, A.E. Tests for groups of microorganisms. In: WEHR, H.M.; FRANK, J.F. **Standard methods for the examination of dairy products**. 17. ed. Washington, DC.: American Public Health Association, 2004. Cap. 8. p. 227-248.

FREITAS JR, J.E. **Utilização de fontes de gordura em rações de vacas leiteiras**.2008. 95f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

GUINEE, T.P.; McSEENEY. Significance of milk fat in cheese. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Advanced Dairy Chemistry**, 2.ed.Springer, New York, 2006.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis, laboratory manual**. Gainesville: University of Florida, 2000. (Extension Bulletin, 339).

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v 90, p.420-426, 1978.

HE, M.; PERFIELD, K.L.; GREEN, H.B.; ARMENTANO, L.E. Effect of dietary fat blend enriched in oleic or linoleic acid and monens in supplementation on dairy cattle performance, milk fatty acid profiles and milk fat depression. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.3, p.1447-1461, 2012.

HENNING, D.R.; BAER, R.J.; HASSAN, A.N.; DAVE, R. Major advances in concentrated and dry milk products, cheese, and milk fat-based spreads. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1179-1188, 2006.

HENTZ, F. **Avaliação da inclusão do farelo de canola em dietas para ruminantes**. 2010. 57f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

IKEDA, A.A. et al. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v.8, n.2, p.40-56, 2010.

IMM, J.Y. et al. Functionality and physico-chemical characteristics of bovine and caprine mozzarella cheeses during refrigerated storage. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.1, p.2790-2798, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4.ed. ; 1ª Ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

JENKINS, T.C. Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. **Journal of Dairy Science**, v.81, n., p.794-800, 1998.

JERONYMO, A.B.O. **Avaliação do potencial probiótico de bactérias ácido lácticas produtoras de substância antimicrobiana isoladas de mussarela de bufala**. 2013. 108f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2013.

JONES, P.J.H. et al. High-oleic canola oil consumption enriches LDL particle cholesteryl oleate content and reduces LDL proteoglycan binding in humans. **Atherosclerosis**, v.238, n.2, p.231-238, 2015.

KENNELLY, J.J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n., p.137-152, 1996.

KEOGH, M.K. Chemistry and Technology of butter and milk fat spreads. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Advanced Dairy Chemistry**, 2.ed. Springer, New York, 2006.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). **Obesity Research & Clinical Practice**, v.8, n., p.525-532, 2014.

KRITCHEVSKY, D.; TEPPER, S.A.; WRIGHT, S. et al. Influence of graded levels of conjugated linoleic acid (CLA) on experimental atherosclerosis in rabbits. **Nutrition Research**, v.22, n., p.1257-1279, 2002.

LANDS, B. Historical perspectives on the impact of n-3 and n-6 nutrients on health. **Progress in Lipid Research**, v.55, n., p.17-29, 2014.

LEHNINGER, A.L. **Lehninger Princípios de Bioquímica**, 4.ed., São Paulo, SARVIER, 2006, 1202p.

LEITE, L.C. **Perfil de ácidos graxos do leite e metabolismo de lipídios no rúmen de vacas recebendo dietas com alto ou baixo teor de concentrado e óleo de**

soja ou de peixe. 2006. 99f. Dissertação (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

GAMA, M.A.S. et al. Índices de aterogenicidade e trombogenicidade de manteigas oriundas do leite de vacas consumindo dietas com óleo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21, 2008, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: SBCTA/ UFMG, 2008.

LAMPERT, L.M. **Modern Dairy Products.** Chemical Publishing Company, New York, 1970.

LOPEZ, S.; BERMUDEZ, B.;PACHECO, Y.M. et al. Oleic acid: The main component of Olive oil on post prandial metabolic processes. In: **Olives and Olive oil in health and disease prevention**, Cap.154, p.1385-1393, 2010.

LÓPEZ-MIRANDA, J.; PÉREZ-JIMENÉZ, F. ROS, E. et al. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.20, n., p.284-294, 2010.

LÓPEZ-HUERTAS, E. Health effects of oleic acid and long chain ômega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. **Pharmacological Research**, v.61, n., p.200-207, 2010.

LUNA, P.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M.A. Conjugated linoleic acid content and isomer distribution during ripening in three varieties of cheeses protected with designation of origin. **Food Chemistry**, v.103, n.4, p.1465-1472, 2007.

MAIA, M.O. **Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, a composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite.** 2011. 142f. Dissertação (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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

MARCHIORI, J.M.G. **Qualidade nutricional dos queijos mussarela orgânico e convencional elaborados com leite de búfala e de vaca.** 2006. 56f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2006.

MARINO, A.L.F.; BORGES, M.T.M.R.; BRUGNARO, C. et al. Características físico-químicas e sensoriais de marcas comerciais de queijo tipo Mozzarella de leite de búfala. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.358-363, 2010.

MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n.6, 2006.

MAZIERO, M.T.; VIANA, C.; BERSOT, L.S. Microrganismos psicrotróficos lipolíticos em produtos lácteos durante o prazo comercial. **Rev. Inst. Latic. Candido Tostes**, v.65, n.372, p.30-35, 2010.

MARTINS, I.M. et al. Determination and characterization of pathogens found in dairy products. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, n.68, v.3, p. 359-365, 2009.

MELO, M.E.D. **Processo industrial do queijo mussarela**. 2015. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso- Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles. Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

MIR, Z. et al. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, v.33, n.2, p.137-143, 1999.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, Legislação e benefícios à saúde. **Revista eletrônica de Farmácia**, Passo Fundo, vol.3, n.2, p.109-122, 2006.

MORAES, V.M.F. **Identificação de fungos leveduriformes e filamentosos em queijos de manteiga**. 2005. 72f. Dissertação (Mestrado)- Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

NUNES, J.C.; TORRES, A.G. Fatty acid and CLA composition of Brazilian dairy products, and contribution to daily intake of CLA. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.8, p.782-789, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001.

OEFFNER, S.P.; QU, Y.; JUST, J.; QUEZADA, N. et al. Effect of flaxseed supplementation rate and processing on the production, fatty acid profile, and texture of milk, butter, and cheese. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.2, p.1177-1188, 2013.

OLIVARES, M.L. et al. Effect of protective atmospheres on physicochemical, microbiological and rheological characteristics of sliced mozzarella cheese. **Food Science and Technology**, v.47, n.2, p.465-470, 2012.

OLIVEIRA, R.L. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite e muçarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.736-744, 2009.

OLIVEIRA, R.P.S. **Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba-SP**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

OLIVIERI, D.A. **Avaliação da qualidade microbiológica de amostras de mercado de queijo mussarela, elaborado a partir de leite de búfala (*Bubalus bubalis*)**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

OMIDI, H.; TAHMASEBI, Z.; BADI, H.A.N. et al. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. **Comptes Rendus Biologies**, v.333, n., p.248-254, 2010.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de Lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.;PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Ed.FUNEP, Jaboticabal, 2006. p.287-310.

PINTO, F.G.S. et al. Qualidade microbiológica de queijos minas frescal comercializado no município de Santa Helena-PR, Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.78, n.2, p.191-198, 2011.

PIETROWSKI, G.A.M.; RANTHUM, M.; CROZETA, T. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo tipo mussarela comercializado na cidade de Ponta Grossa, Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.2, n.2, p.25-31, 2008.

REIS, R.C. **Síntese de lipídeos em ruminantes e influencia da dieta no perfil de ácidos graxos na carne bovina**. 2013. 39f. Dissertação (Seminário)-Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

REIS FILHO, S.A.; IARIA, S.T. Alguns grupos de microrganismos em manteigas vendidas no município de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v.15, n., p.418-435, 1981.

RIBEIRO, C.G.S.; GAMA, M.A.S.; STUMPF, M.T. et al. Índices de aterogenicidade e trombogenicidade da gordura do leite de vacas consumindo dietas à base de capim-elefante contendo níveis crescentes de óleo de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. Anais... Belem: SBZ, 2011.

ROBINSON, J.G.; STONE, N.J. Antiatherosclerotic and Antithrombotic Effects of Omega-3 Fatty Acids. **The American Journal of Cardiology**, v.98, n., p.39-49, 2006.

RODRÍGUEZ-ALCALÁ, L.M.; FONTECHA, J.; HOZ, L. et al. CLA-enriched milk powder reverses hypercholesterolemic risk factors in hamsters. **Food Research International**, v.51, n., p.244-249, 2013.

ROYNETTE, C.E.; CALDER, P.C.; DUPERTUIS, Y.M. et al. N-3 Polynsaturated fatty acids and colon cancer prevention. **Clinical Nutrition**, v.23, n., p.139-151, 2004.

RUSSO, G.L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. **Biochemical Pharmacology**, n.77, v., p.937-946, 2009.

SAMET-BALI, O.; AYADI, M.A.; ATTIA, H. Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction. **Food Science and Technology**, v.42, n., p.899-905, 2009.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, n.2, p.187-194, 2002.

SANTOS, C.X.; AMORIM, G.M.; LOPES, J.R.; et al. Caracterização físico-química de queijo mussarela de búfala comercializado no Sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 11. Salvador. **Resumos...**2011.

SILVA, L.F. **Identificação e caracterização da microbiota láctica isolada de queijo mussarela de búfala**.2010. 153f. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2010.

SILVA, D.C..**Produção e qualidade do leite e da manteiga de vacas alimentadas com grãos de linhaça e monensina sódica**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

aSILVA, N. et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 624 p.

bSILVA, M.C.D. et al. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo coalho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.2, p.214-221, 2010.

SILVA, P.D.L. **Avaliação, identificação e atividade enzimática de bactérias psicrófilas presentes no leite cru refrigerado**. 2005. 119f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, v.233, n., p.674-688, 2008.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacother**, v.56, n., p.365-379, 2002.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Illinois, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOROA, J.M. **Indústrias Lácteas**. 5. Ed. Litexa, Portugal, 1980.

SOUZA, A.Z.B.; ABRANTES, M.R.; SAKAMOTO, S.M.et al. Aspectos físicos-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.81, n.1, p.30-35, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2013.

SZAKÁLY, Z. et al. The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. **Appetite**, v.58, n., p.406-413, 2012.

TOMM, G.O. **Canola: Planta que traz muitos benefícios à saúde humana, e cresce em importância no Brasil e no mundo**. EMBRAPA TRIGO. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/a_planta_que_Deus_criou.pdf. Acesso em: 12 mai 2015.

TONIAL, I.B.; BRAVO, C.E.C.; SOUZA, N.E. et al. Qualidade nutricional dos lipídios de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com óleo de soja. **Alimentação e Nutrição**, v.22, n.1, p.103-112, 2011.

TORRES, E.A.F.S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.20, n.2, p.145-150, 2000.

ULBRICHT, T.L.V; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolismo, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, p.3583-3597, 1991.

VEIGA, S.N.T. **Qualidade microbiológica e físico-química de queijos comercializados em Portugal**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

VELHO, J.P. **Ácido linoleico conjugado no leite bovino: uma abordagem metanalítica**. 2009. 401f. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

VENTURELLI, B.C. **Grão de soja cru e integral na alimentação de vacas leiteiras no terço final de lactação**. 2011. 105f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

WALSTRA, P. et al. **Ciencia de la leche y tecnologia de los productos lácteos**. Ed. Acibia, S.A., Zaragoza, 2001, 730p.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTES, T.J. **Dairy Science and Technology**. 2. ed. Taylor & Francis, New York, 2006, 782p.

WELTER, K.C. **Efeito da inclusão de óleo de canola na dieta de vacas em lactação**. 2015. 66f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Zootecnia Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

WILBEY, R.A. Production of butter and dairy based spreads. In: ROBINSON, R.K. **Modern Dairy Technology: Advances in milk processing**, 2.ed. Chapman& Hall, London, 1994, p.107-157.

WOLFE, A.R.; OGBONNA, E.M.; LIM, S. et al. Dietary linoleic and oleic fatty acids in relation to severe depressed mood: 10 years follow-up of a national cohort. **Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry**, v.33, n., p.972–977, 2009.

YAMADA, T.; STRONG, J.P.; ISHII, T. et al. Atherosclerosis and ω -3 fatty acids in the populations of a fishing village and a farming village in Japan. **Atherosclerosis**, v.153, n., p.469-481, 2000.

YUNES, V.M.; BENEDET, H.D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite da espécie bubalina. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.20, n.3, p.285-290, 2000.