

**CRISTIANO TODERO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDO PALMÍTICO EM VACAS  
LACTANTES E SEUS EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Estrasulas de Oliveira

LAGES, 2014



T637s Toderó, Cristiano

Suplementação com ácido palmítico em vacas lactantes e seus efeitos sobre a produção e composição do leite / Cristiano Toderó. - Lages, 2014.

69 p.: il.; 21 cm

Orientador: Dimas Estrasulas de Oliveira

Bibliografia: 62-69p

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de

Santa Catarina, Centro de Ciências

Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2014.

1. Ácido palmítico. 2. Gordura do leite. 3. Sais de cálcio. 4. Vacas. I. Toderó, Cristiano. II. Oliveira, Dimas Estrasulas de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

CDD: 636.2142 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/ UDESC


**CRISTIANO TODERO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDO PALMÍTICO EM  
VACAS LACTANTES E SEUS EFEITOS SOBRE A  
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE**

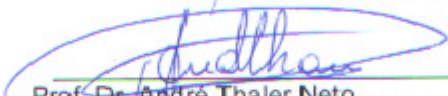
**Dissertação apresentada ao curso de Pós graduação  
em Ciência Animal, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre**

**BANCA EXAMINADORA**

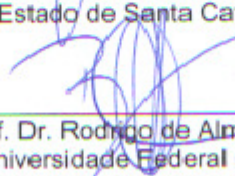
Orientador:

  
Prof. Dr. Dimas Estrasulas de Oliveira  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:

  
Prof. Dr. André Thaler Neto  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:

  
Prof. Dr. Rodrigo de Almeida  
Universidade Federal do Paraná (UFPR).

**LAGES/SC, 29 DE JULHO DE 2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Dimas Estrasulas de Oliveira, pela orientação, confiança depositada e conhecimentos compartilhados.

Ao colega e amigo Felipe Ceolin, pelo convívio e ajuda durante os anos de mestrado e pelos tantos “Km” percorridos do trecho Chapecó a Lages nas tardes de domingo.

A todos os amigos que contribuíram para realização dessa importante conquista.

Aos ex-colegas do grupo de pesquisa: Elvis Ticiani, Monica Urio, Ana Povaluk e Camila T. Renneberg.

À Granja Zezak por abrir as portas da propriedade e toda ajuda na execução do experimento.

À Laticínios Tirol Ltda em nome do Eng. Agrônomo e amigo João Maria Martins pela ajuda na escolha de uma propriedade que comportasse este estudo.

À Raupp Comércio e Importação Ltda que financiou todo este estudo e me permitiu conciliar o trabalho com o mestrado.

Ao meu ex-colega de trabalho e amigo João Francisco de Lima que sempre apoiou a realização do mestrado.

Aos Professores Dr. David José Miquelutti e Dr. André Thaler Neto pela colaboração e auxílio nas análises estatísticas.

À minha namorada Vanessa Conte pela imensa força depositada e apoio nesses três anos de trabalho conciliado ao estudo.

À minha família que sempre me apoiou para que mais esta etapa fosse cumprida.

## RESUMO

TODERO, Cristiano. **Suplementação com ácido palmítico em vacas lactantes e seus efeitos sobre a produção e composição do leite.** 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal).

Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2014.

A gordura do leite é o componente responsável pelas características organolépticas e de fabricação de lácteos sendo também o mais variável e influenciado pela dieta. Além disso, é o componente que responde pela maior exigência de energia para lactação. Este trabalho tem como objetivo avaliar a suplementação lipídica com alta concentração de ácido palmítico sobre o consumo de matéria seca, produção de leite, teores e produções de gordura, lactose e proteína e viabilidade econômica em vacas Holandesas. O experimento foi realizado em Guatambu – SC e, foram utilizadas 39 vacas da raça Holandês com peso vivo médio de  $550 \pm 45$  kg, multíparas, com  $79 \pm 39$  dias em lactação, produzindo  $29,4 \pm 5,7$  kg de leite/dia, em sistema free-stall, recebendo dieta total misturada (TMR). Os animais foram distribuídos aleatoriamente para cada um dos três tratamentos (n = 13 por grupo): 1) 320 g/dia de alto teor de gordura ácido palmítico (suplemento palmítico); 2) 400 g/dia de sais de cálcio de ácidos graxos ricos em ácido linoleico (suplemento linoleico), e; 3) controle (sem suplementação lipídica). Houve efeito dos tratamentos sobre o teor de gordura ( $P=0,001$ ), com as médias dos tratamentos suplemento palmítico, suplemento linoleico e controle sendo (3,9, 3,1 e 3,6%), respectivamente. Para a produção de gordura houve diferença ( $P=0,001$ ) entre

os tratamentos obtendo-se as médias de 1164, 1002 e 919 g/dia para os tratamentos suplemento palmítico, controle e suplemento linoleico, respectivamente. Houve efeito dos tratamentos para bonificação de gordura ( $P=0,01$ ) com as médias dos tratamentos suplemento palmítico, suplemento linoleico e controle sendo (0,038, 0,003 e 0,032 R\$/dia), respectivamente. Houve efeito de tratamento no consumo de matéria seca ( $P=0,02$ ), com as médias, respectivamente para suplemento linoleico, suplemento palmítico e controle sendo (197,5, 192,3 e 189,7 kg/dia) onde suplemento linoleico apresentou o maior consumo ( $P=0,001$ ). Não houve efeito sobre a produção de leite e os teores e produções de proteína e lactose.

**Palavras-chave:** ácido palmítico, gordura do leite, sais de cálcio, vacas.

## ABSTRACT

TODERO, Cristiano. **Supplementation with palmitic acid in lactating cows and its effects on milk production and composition.** 2014 69 f. Dissertation (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2014.

Milk fat is the component responsible for the organoleptic and manufacturing characteristics of dairy products and also the most variable and influenced by diet. Moreover, it is the component that accounts for the largest energy requirement for lactation. The objective of this study was to evaluate the lipid supplementation with high concentrations of palmitic acid on dry matter intake, milk production and yield and composition for fat, protein and lactose and also the economic viability. The experiment was conducted in Guatambu - SC and 39 multiparous Holstein cows were used weighting an average of  $550 \pm 45$  kg, with  $79 \pm 39$  days in milk, producing  $29.4 \pm 5.7$  kg milk/day in free-stall system, receiving total mixed diet (TMR). The animals were randomly assigned to each one of the three treatments (n=13 per group): 1) 320 g/day of high palmitic acid supplement (palmitic supplement); 2) 400 g/day of calcium salts of fatty acids rich in linoleic acid (linoleic supplement) and; 3) control (no lipid supplementation). There was a treatment effect on fat content ( $P=0.001$ ), with means for palmitic, linoleic supplements and control being (3.9, 3.1 and 3.6%), respectively. For fat yield there was treatment effect ( $P=0.001$ ) with means of 1164, 1002 and 919 g/day for palmitic, linoleic supplements and control, respectively. There was effect of treatment for bonus payment for fat ( $P=0.01$ ), with means being 0.038, 0.003 and 0.032



R\$/day for palmitic, linoleic and control, respectively. There was an effect on dry matter intake ( $P=0.02$ ), with means for linoleic, palmitic and control treatments being 197.5, 192.3 and 189.7 kg/day, respectively, where the linoleic supplement showed the highest intake ( $P=0.001$ ). There was no effect on milk production and concentrations and yields for milk protein and lactose.

**Key-words:** palmitic acid, milk fat , calcium salts, cows

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alimentos presentes na TMR.....	39
Tabela 2 - Composição bromatológica da silagem de milho, ração comercial e capim sudão.....	40
Tabela 3 - Informações dos animais de cada tratamento no início do experimento.....	40
Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos presentes nos suplementos linoleico e palmítico .....	42
Tabela 5 - Custo/kg do suplemento palmítico .....	45
Tabela 6 - Programa de pagamento por qualidade do leite - Gordura .....	46
Tabela 7 - Desempenho e composição do leite nos tratamentos .....	48
Tabela 8 - Consumo de matéria seca entre os tratamentos .....	48
Tabela 9 - Acréscimo financeiro em função da gordura no leite .....	49
Tabela 10 - Indicadores de viabilidade econômica .....	50
Tabela 11 - Análise de tratamentos .....	50
Tabela 12 - Análise de viabilidade econômica .....	51

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo controle.....51
- Figura 2 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo suplemento linoleico.....52
- Figura 3 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo suplemento palmítico.....52

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>24</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>26</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>26</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	26
2.2 GORDURAS SATURADAS .....	27
2.3 GORDURAS INSATURADAS.....	29
2.4 METABOLISMO DE LIPÍDEOS .....	29
2.5 SÍNTESE DE GORDURA NO LEITE .....	31
2.6 SISTEMA DE PAGAMENTO POR QUALIDADE DO LEITE .....	33
<b>3 HIPÓTESES .....</b>	<b>35</b>
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>36</b>
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
5.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES.....	37
5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, COLETAS DE AMOSTRAS E AVALIAÇÕES.....	37
5.3 DIETA EXPERIMENTAL .....	39
5.4 TRATAMENTOS.....	40
5.4.1 Perfil de ácidos graxos .....	41
5.4.2 Medições e Amostragens.....	42

5.5 CÁLCULOS.....	43
5.5.1 Percentual de Inclusão dos Suplementos na Dieta .....	43
5.5.2 Custo por Suplemento Lipídico .....	44
5.6 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	45
<b>6 RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
6.1 DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	48
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A atividade leiteira no Brasil tem crescido significativamente nos últimos anos em função de mudanças nos padrões de consumo, produção de leite “ultra high temperature” (UHT) e leite em pó que propiciam maior vida de prateleira, instalação de grandes laticínios, o melhoramento genético dos rebanhos e a renda mensal que a produção do leite fornece aos produtores.

Segundo (IBGE, 2013), o Estado de Santa Catarina ocupa o quinto lugar em produção de leite no país sendo a mesorregião Oeste Catarinense responsável por 72,6% da produção estadual.

Nesse novo ambiente competitivo, também se verificam alterações de ordem sanitária, diante da Instrução Normativa 62 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Sistema de Inspeção Federal (SIF), que passa a exigir do setor produtivo novos padrões de qualidade, implicando em melhoria da qualidade da matéria-prima, maior controle sanitário dos rebanhos e coleta do leite sob refrigeração. Tais alterações demandam investimentos em todos os elos da cadeia e, de modo particular, pelos produtores rurais.

Em conformidade com a Instrução Normativa 62 do MAPA, a qualidade do leite está diretamente relacionada com a produção de gordura e proteína, contagem bacteriana total (CBT), e contagem de células somáticas (CCS). Uma alternativa encontrada pelos laticínios, para melhorar a qualidade do leite produzido, foi a implantação do programa de pagamento por qualidade do leite, que tem como objetivo, melhorar a qualidade dos padrões higiênico-sanitário e físico-químico do leite recebido (PINHEIRO, 2010). Os itens

exigidos são: contagem de células somáticas (CCS), contagem bacteriana total (CBT), proteína e gordura.

Se tratando de composição do leite, o teor de gordura é o que mais sofre variação em função da alimentação dada aos animais, onde seu teor tende a baixar tanto em uma carência alimentar quanto com excesso de concentrado e/ou gordura insaturada na dieta (BAUMAN *et al.*, 2006). Nesse novo modelo de pagamento por litro de leite produzido, a necessidade de elevar o percentual de gordura no leite se torna fundamental para valorização do leite produzido, sendo este, um desafio constante por parte de técnicos e produtores. Na tentativa de produzir leite com níveis de gordura dentro do padrão exigido pelo mercado, algumas ferramentas como práticas de manejo e técnicas de alimentação passam a ser fundamentais para o sucesso da atividade. Com isso, a utilização de suplementos alimentares buscando aumento na produção de gordura do leite podem ser ferramentas importantes desde que haja viabilidade econômica.

Entre esses possíveis suplementos, o fornecimento de ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0) na dieta dos animais pode ser uma importante alternativa para atender a produção de gordura (PIATONI *et al.*, 2013). Isso pode ocorrer devido aos ácidos graxos saturados terem maior afinidade com as células epiteliais da glândula mamária, facilitando assim à absorção e captação da glândula mamária para a síntese no leite (BAUMAN & GRIINARI, 2003); (THOMPSON & CHRISTIE, 1991).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição do leite e a viabilidade econômica utilizando a suplementação com gordura saturada de palma com



88% de ácido palmítico (suplemento palmítico) em animais lactantes de média produção de leite.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUÇÃO

Gordura é um termo genérico para descrever compostos que possuem um alto conteúdo de ácidos graxos, incluindo triglicerídeos, fosfolipídeos, ácidos graxos não esterificados e sabões de ácidos graxos.

Com o avanço do mérito genético, o fornecimento de gorduras na alimentação animal tornou-se uma prática mais comum. O fornecimento de lipídeos na dieta desses animais tem o objetivo de elevar densidade energética da dieta sem comprometer a ingestão de outros alimentos (PANTOJA *et al.*, 1994). Dessa forma, o consumo de lipídeos em animais de alta produção é importante não somente para produção de leite, mas também para manutenção do escore corporal e persistência da lactação (EASTRIDGE, 2002).

Geralmente a concentração de gordura na dieta de ruminantes, fica entre 3 a 5% da matéria seca, e estão presentes principalmente na forma de ésteres de glicerol (KOZLOSKI, 2009). A suplementação de energia em dieta de ruminantes é um grande desafio, uma vez que na maioria das vezes é feita através do aumento do fornecimento de alimentos concentrados que podem alterar a dinâmica ruminal, podendo levar a situações de alterações metabólicas e diminuir a ingestão de alimentos.

A necessidade de fornecer dietas com alta concentração de energia para animais de média a alta produção de leite inicia quando os mesmos se encontram no período de transição, que compreende as três semanas antes e as três semanas após o parto, (SANTOS *et al.*, 2009). Isso ocorre principalmente

porque nesse período, há uma redução do consumo de matéria seca em até 30%, predispondo o animal a um balanço energético negativo (SANTOS *et al.*, 2009).

Uma das medidas básicas a ser tomada neste período é a elevação da densidade energética da dieta no final do período seco, através da suplementação com fontes de energia. Uma alternativa para este aporte é a utilização de lipídeos, que são constituídos de grande proporção de ácidos graxos, os quais possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos, e devido a isso, são considerados fontes de alta concentração de energia prontamente disponível (SILVA *et al.*, 2007).

Nesse ambiente desafiador de tentar fornecer o máximo de energia sem comprometer a fermentação ruminal, a prática de fornecimento de diferentes fontes de lipídeos tem sido utilizada nas últimas décadas no Brasil. Dentre essas, podemos destacar a suplementação com gorduras saturadas e/ou insaturadas.

## 2.2 GORDURAS INSATURADAS

Gordura insaturada recebe esta nomenclatura em função de ter uma ou mais ligações duplas entre os átomos de carbono da cadeia. Esta característica faz com que sejam normalmente encontradas em estado líquido.

Como fontes de gordura insaturada podemos citar os óleos de soja, girassol, canola e caroço de algodão que possuem em seus perfis, altas concentrações de ácido linoleico (C18:2) e linolênico (C18:3) (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

O problema em suplementar com alimentos ricos em gorduras insaturadas é que ao ultrapassar mais que 6% de inclusão na matéria seca da dieta, a degradação ruminal começa a ser afetada devido ao efeito tóxico que

as gorduras insaturadas representam sobre os microrganismos ruminais. (PANTOJA *et al.*, 1994); (PALMQUIST & MATTOS, 2006). Isso ocorre no momento em que os triglicerídeos chegam ao rúmen, são rapidamente hidrolisados pelos microrganismos ruminais, através da ação das lipases bacterianas (WU, 1991). Isso faz com que seja quebrada a ligação da molécula de glicerol com os ácidos graxos, sendo o glicerol fermentado produzindo ácidos graxos voláteis (AGV), mais precisamente ácido propiônico. Já os ácidos graxos insaturados tornam-se livres, iniciando outro processo chamado de bio-hidrogenação.

O motivo pelo qual os microrganismos realizam esse processo é que os ácidos graxos insaturados livres no rúmen têm um efeito tóxico sobre os mesmos, o que explica, pelo menos em parte, porquê as gorduras saturadas têm menos efeitos deletérios sobre os microrganismos ruminais (PALMQUIST & MATTOS 2006).

A biohidrogenação aumenta com o grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na dieta. Fatores como frequência de alimentação, flora ruminal e diferentes alimentos concentrados podem contribuir para que ocorra com maior intensidade este processo (BAUMAN *et al.*, 2011).

O processo de biohidrogenação consiste na saturação dos ácidos graxos livres no rúmen, podendo ocorrer também a formação de alguns ácidos graxos “*trans*” como intermediários desse processo. Entre esses estão isômeros de C18:1 (*trans*) e CLA (ácido linoleico conjugado) *trans*-10, *cis*-12. Esses intermediários podem passar do rúmen ao intestino para absorção, e ocasionar a depressão na gordura do leite (PALMQUIST *et al.*, 2009); (BAUMAN *et al.*, 2003).

Dessa forma, a prática de fornecimento de alimentos que contenham gorduras insaturadas em sua composição, deve ser realizada com cuidado para não alterar a secreção de gordura no leite. Devido a isso, pesquisas com fornecimento de diferentes fontes de gorduras saturadas têm sido realizadas com maior frequência nos últimos anos.

### 2.3 GORDURAS SATURADAS

Recebem esta nomenclatura no sentido em que não há ligação dupla entre os átomos de carbono na sua constituição química, fazendo com que os ácidos graxos fiquem saturados.

Na alimentação animal, alguns tipos de gorduras saturadas são utilizadas com objetivo de elevar o aporte energético da dieta. Dentre as mais utilizadas podemos citar os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). A vantagem em suplementar com gordura saturada é que as mesmas não interferem na dinâmica de rúmen, por já estarem saturadas, não são tóxicas aos microrganismos ruminais, sendo também facilmente absorvidas no intestino delgado (THOMPSON *et al.*, 1983),

A utilização de fontes de gorduras saturadas, vem ganhando espaço nos últimos anos na alimentação de vacas de alta produção, em função das exigências nutricionais e da necessidade de suprir a demanda energética. Assim, a suplementação com fontes de gordura saturadas ricas em C16:0 e/ou C18:0 passaram a ser ferramentas bastante utilizadas na nutrição desses animais.

### 2.4 METABOLISMO DE LIPÍDEOS

Os lipídeos que deixam o rúmen são predominantemente ácidos graxos livres (80-90%), fosfolipídeos (10-15%) como parte das membranas

celulares das bactérias e uma pequena parte de triglicerídeos e glicolipídeos no resíduo dos alimentos que não foram completamente fermentados (OLIVEIRA, 2011).

A chave para a absorção dos lipídeos em ruminantes é a formação de micelas no intestino delgado a partir da ação dos sais biliares sobre as gotículas de gordura. Mais precisamente, a formação de micela ocorre pela ação da fosfatidiletanolamina e do taurocolato de sódio, que solubilizam os ácidos graxos convertendo-os da fase insolúvel (aderido a fase sólida da dieta) para a fase micelar.

A absorção de ácidos graxos ocorre predominantemente no jejuno, ocorrendo com menor intensidade no duodeno e no íleo. Dentro das células intestinais, os ácidos graxos são reesterificados em triglicerídeos, fosfolipídeos e ésteres de colesterol para serem transportados inicialmente para o sistema linfático e depois para a circulação sanguínea (BAUMAN & LOCK, 2006). Como se tornam novamente insolúveis necessitam de transportadores (lipoproteínas). As lipoproteínas que participam no transporte de lipídeos são: quilomicrons, VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade), LDL (lipoproteína de baixa densidade) e HDL (lipoproteína de alta densidade).

Quando os quilomicrons entram no sistema circulatório sanguíneo, começa a distribuição dos triglicerídeos para os mais diversos tecidos. O glicerol e os ácidos graxos livres destinados às células podem ter três destinos metabólicos: a) ser convertidos novamente a triglicerídeos e armazenados no tecido adiposo, no caso de balanço energético positivo; b) ser oxidados e produzir ATP, quando em balanço negativo; ou c) ser direcionados para a síntese da gordura do leite, em animais lactantes (HAWKE; TAYLOR, 1995).

## 2.5 SÍNTESE DE GORDURA NO LEITE

A gordura do leite é composta predominantemente por triglicerídeos, sendo esses os principais componentes da energia do leite (BAUMAN *et al.*, 2003). Sobre a composição do leite, a concentração de lipídeos em animais saudáveis varia de 3 até 5%, dispersos no leite em pequenos glóbulos, emulsionadas por proteínas, colesterol e uma membrana lipídica (MLGM) que tem a função de estabilizar a emulsão em meio à água, totalizando aproximadamente 87% da composição do leite (JENSEN, 2002); (DOREAU *et al.*, 2000).

Estima-se, que mais de 400 diferentes tipos de ácidos graxos façam parte da gordura do leite de ruminantes (JENSEN, 2002). Entre esses, os ácidos graxos de cadeia de 4 até 18 carbonos respondem por aproximadamente 90% dos ácidos graxos do leite (BAUMAN & GRIINARI, 2003).

O teor e composição da gordura do leite podem ser muito diferentes dos encontrados nas dietas de ruminantes. Isso ocorre devido à ação dos microrganismos ruminais que realizam o processo de bio-hidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados (PALMQUIST *et al.*, 1993). Outros fatores: sanitários, estresse, ambiente, raças, e estágio de lactação podem alterar a composição da gordura no leite (JENSEN, 2002). Estima-se que apenas 25% dos ácidos graxos do leite da vaca são provenientes dos ácidos graxos da dieta (HANNIGAN & BALDWIN, 1994) citado por (FRANCE & KEBREAD 2008).

Os precursores usados para a síntese da gordura do leite são o acetato,  $\beta$ -hidroxibutirato e triglicerídeos. Os ácidos graxos secretados no leite podem ter duas origens: síntese de novo nas células epiteliais mamárias

ou circulação sanguínea. Essa primeira ocorre a partir do acetato, que contribui para formação dos ácidos graxos de cadeia curta e média (HAWKE; TAYLOR, 1995). Fazem parte desses, os ácidos graxos de 4 a 8 átomos de carbono e ácidos graxos de cadeia média de 10 a 14 átomos de carbono (BAUMAN & GRINNARI, 2003).

Todo conteúdo de ácidos graxos com menos de dez carbonos é resultado da síntese de novo, e esta também é a origem de metade dos ácidos graxos de doze à dezesseis carbonos (GRUMMER, 1991). No caso dos ácidos graxos de cadeia média (12 a 16) apenas 50% são sintetizados por esta via, o restante vem de ácidos graxos pré-formados oriundos da absorção intestinal (LEITE & LANA 2009); (FARIA, 2012).

As enzimas chaves para essa rota metabólica são acetil-CoA-Carboxilase (ACC) e sintase de ácidos graxos (FASN). A primeira é responsável por transformar acetato em malonil-CoA e a segunda, por sua vez catalisa os ciclos de condensação do malonil-CoA com acetil-CoA originados do metabolismo do acetato no citoplasma (HANNIGAN & BALDWIN, 1994).

A segunda fonte de ácidos graxos secretados no leite são os triglicerídeos presentes nos quilomicrons circulantes e nas lipoproteínas de baixa densidade. Esses ácidos graxos com 16 ou mais carbonos de comprimento são originados predominantemente da absorção intestinal de ácidos graxos presentes na dieta e da síntese microbiana. Uma pequena parte é oriunda também da mobilização de gordura feita no tecido adiposo quando os animais se encontram em balanço energético negativo (BAUMAN *et al.*, 1970). Segundo (DEMEYER & DOREAU 1999); (LEITE & LANA 2009) a circulação sanguínea é a principal origem dos ácidos graxos de cadeia longa (>C18) que chegam à glândula mamária.



O fornecimento desses ácidos graxos, na forma de suplementos na alimentação de vacas de alta produção tem sido bastante difundido nos últimos anos, principalmente por pesquisadores da área que buscam maiores informações sobre a dinâmica e fisiologia da absorção e secreção desses ácidos graxos.

(MOSLEY *et al.*, 2007), ao suplementar com 1,8% de ácido palmítico na dieta de vacas de alta produção relatou resposta positiva sobre a produção de gordura no leite. Resultados semelhantes, foram encontrados por (RICO *et al.*, 2013) ao suplementarem em 2% de ácido palmítico sobre o consumo de matéria seca total de animais de alta produção de leite, encontraram aumento entre 14,2 e 28,1% na produção de gordura no leite, quando comparado com animais do grupo controle.

## 2.6 SISTEMA DE PAGAMENTO POR QUALIDADE DO LEITE

Com o crescimento da produção de leite no Brasil, tornou-se necessário incentivar o aumento do consumo do leite e seus derivados, bem como expandir a venda de produtos para novos mercados, via exportação (PINHEIRO, 2010). Para que essas necessidades possam ser atendidas, é muito importante atender a principal demanda do mercado, a de produtos de qualidade e que não ofereçam riscos ao consumo. No caso do leite e seus derivados, a busca por produtos de melhor qualidade começa pela matéria-prima, ou seja, a qualidade dos produtos que as indústrias vão comercializar depende da qualidade do leite fornecido pelos produtores. Além de influenciar na qualidade do produto final, a matéria-prima influencia também no rendimento das plantas industriais (PINHEIRO, 2010).

O pagamento pela qualidade é um instrumento empregado pelas indústrias para incentivar o produtor a

investir em cuidados que resultem em melhor qualidade do produto. Além do pagamento de bonificações pelo leite de melhor qualidade, podem ser incluídas penalizações para o leite de baixa qualidade. Em geral, os incentivos por qualidade variam entre as indústrias e/ou cooperativas, mas a contagem de células somáticas, contagem total de bactérias, proteína, gordura, ausência de resíduos de antibióticos e ausência de fraude por adição de água são sempre contemplados. Cada indústria ou cooperativa estabelece seus próprios padrões, oferecendo bonificações para os produtores que fornecerem leite dentro dessas exigências. Indústrias de queijos, em geral, pagam as bonificações mais altas, com uma forte ênfase dada à gordura e proteína.

Desta forma, fica evidenciado que essa ferramenta é muito importante para a melhoria da qualidade do leite cru produzido no Brasil. A criação do programa de melhoria na qualidade do leite se torna fundamental para uma indústria melhorar a qualidade do leite recebido dos produtores, com isso melhorar a qualidade de sua principal matéria-prima e seus índices de rendimento. Além disso, esse é um programa documentado que faz parte das exigências da IN 62 conforme tabela 6.

As experiências obtidas no Brasil e no exterior comprovam que o pagamento pela qualidade do leite é a ferramenta mais eficiente para promover a melhoria na qualidade e esse incentivo vem sendo adotado cada vez mais por várias indústrias, o que ajuda a fortalecer a cadeia e criar no produtor a preocupação com a melhoria na qualidade de seu produto.

### **3 HIPÓTESES**

- 1 A suplementação com alta concentração de ácido palmítico (suplemento palmítico) aumenta o teor e a produção de gordura do leite.
- 2 A suplementação com alta concentração de ácido palmítico (suplemento palmítico) aumenta a produção de leite.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse trabalho é avaliar a composição do leite e a viabilidade econômica da suplementação com gordura saturada de palma com 88% de ácido palmítico C16:0 (suplemento palmítico) na dieta de animais lactantes.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1** Avaliar a produção de leite e consumo de matéria seca.
- 2** Analisar a composição físico-química (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) do leite.
- 3** Analisar a viabilidade econômica dos suplementos testados sobre o sistema de pagamento por qualidade do leite.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Todos os procedimentos realizados tiveram a aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal – CETEA (protocolo n° 01.37.14) de acordo com o Protocolo de Projetos de Pesquisa Envolvendo Animais (PPPEA) da Universidade do Estado de Santa Catarina, baseado na legislação vigente e com os princípios éticos publicados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

O experimento foi conduzido nos meses de Novembro e Dezembro, na cidade de Guatambu (SC) com as coordenadas geográficas de Latitude -27.1348, Longitude -52.7875 27° 8' 5" Sul, 52° 47' 15" Oeste, onde foram utilizadas 39 vacas da raça Holandês com peso vivo médio de  $550 \pm 45$  kg, multíparas, com  $79 \pm 39$  dias de lactação, produzindo  $29,4 \pm 5,7$  kg de leite/dia em sistema free-stall, recebendo dieta total misturada (TMR).

### 5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, COLETAS DE AMOSTRAS E AVALIAÇÕES

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos que receberam os seguintes tratamentos: a) Grupo 1: 320 g/dia de gordura com alta concentração de ácido palmítico (suplemento palmítico, Wawasan Tebrau Agrolipds Sdn. Bhd, Plo Pasir Gudang, Johor, Malaysia); b) Grupo 2: 400 g/dia sal de cálcio de ácido graxo rico em ácido linoleico (MegalacE – suplemento linoleico, Church & Dwight, Nova Ponte, MG, Brasil) e; c) Grupo 3: tratamento controle (sem suplementação lipídica).

O experimento teve duração de 40 dias, com 10 dias de adaptação e 30 dias de avaliações. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 6 e 18 h e as

amostras de leite foram coletadas individualmente a cada três dias para análise da composição.

O consumo diário de matéria seca foi medido por grupo em cada tratamento, nos últimos 5 dias do período experimental, sendo determinado pela diferença entre o fornecido e as sobras ao fim do dia.

Amostras da silagem de milho, concentrado comercial, capim sudão (*Sorghum sudanense*), foram coletadas durante o experimento para análises de suas respectivas composições. As amostras de silagem de milho e concentrado foram analisadas de acordo com a AOAC (2000) para matéria seca (método 934.01), proteína bruta (método 988.05), extrato etéreo (método 925.38) e cinzas (método 923.03), enquanto o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), foram determinados de acordo com (VAN SOEST *et al.* 1991). O conteúdo de FDN foi determinado com o uso de alfa-amilase termoestável e corrigido para cinzas conforme descrito por (BALDIN, 2012). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por meio da equação de Weiss (1999):  $NDT = PBD + (2,25 \times EED) + FDN_{cpD} + CNF_{cpD}$ .

Foi realizada a análise da viabilidade econômica do fornecimento das diferentes fontes lipídicas considerando-se as alterações na composição do leite, usando-se o programa de bonificação por composição do leite vigente da empresa (DPA Nestlé, 2014) aplicado a cada tratamento.

As análises estatísticas foram realizadas usando o SAS (SAS Institute, 2000) e o procedimento MIXED para os dados repetidos no tempo bem como para aqueles sem repetição e posteriormente comparação de médias através do comando LSMEANS sendo os efeitos declarados significativos a 5% e uma tendência a 10%. Ainda, dados com os “resíduos estudentizados” abaixo

de -2,0 ou acima de 2,0 foram considerados outliers e retirados da análise e utilizou-se a produção de leite do dia “zero” como co-variável nas análises da produção bem como na avaliação econômica.

### 5.3 DIETA EXPERIMENTAL

Os animais receberam a TMR 3 vezes ao dia, calculada em base individual sendo composta dos seguintes ingredientes.

Tabela 1 – Alimentos presentes na TMR

Ingredientes	Quantidade (kg/MS*)	Custo por kg/MS
Silagem de milho <sup>1</sup>	6,09	0,10
Ração comercial <sup>2</sup>	7,60	0,82
Núcleo mineral e vitamínico <sup>3</sup>	0,150	1,95
Levedura	0,030	15,90
Aveia de verão	4,53	0,08

\*MS: Matéria Seca: <sup>1</sup>Custo de produção na fazenda. <sup>2</sup>Valores médios praticados pelas empresas fabricantes. <sup>3</sup>composição do produto (mín): Cálcio 200 g/kg; Fósforo 60 g/kg; Enxofre 20 g/kg; Magnésio 20 g/kg; Potássio 35 g/kg; Sódio 70 g/kg; Cobalto 15 mg/kg; Cobre 700 mg/kg; Cromo 10 mg/kg; Ferro 700 mg/kg; Iodo 40 mg/kg; Manganês 1.600 mg/kg; Selênio 19 mg/kg; Zinco 2.500 mg/kg; Vitamina A 200.000 UI/kg; Vitamina D3 50.000 UI/kg; Vitamina E; 1.500 UI/kg; Flúor 600 mg/kg.

Fonte: Granja Zezak (2013).

Os animais receberam os suplementos lipídicos duas vezes ao dia. A primeira refeição era fornecida após a ordenha da manhã às 8:00h, próximo das 14:00h a segunda porção e após a segunda ordenha do dia às 20:00h a última refeição. Para que todos os animais recebessem a mesma quantidade de alimento o galpão de alimentação possuía canzias para a contenção dos animais, de forma que dentro de cada tratamento os animais receberam o concentrado separadamente. Na tabela 2 estão mostradas as análises de composição bromatológica da dieta.

Tabela 2 - Composição bromatológica da silagem de milho, ração comercial e capim sudão.

Composição	SM	CC*	CS
MS (%)	27,1	89,4	90,6
MM (% na MS)	4,0	9,5	11,3
PB (% na MS)	8,9	18,4	10,6
EE (% na MS)	5,2	4,5	2,7
FDN (% na MS)	47,2	21,2	74,5
FDA (% na MS)	24,0	8,3	40,5
NDT (% na MS)	72,6	79,4	51,8

SM: Silagem de milho; CC\*: concentrado comercial; CS: capim sudão (*Sorghum sudanense*); MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais; \*Fabricante Cooperativa Agroindustrial Alfa.

Fonte: Laboratório de nutrição animal CAV (2013).

## 5.4 TRATAMENTOS

Os critérios para separação de lotes foram: dias em lactação, número de partos e produção de leite conforme tabela 3.

Tabela 3 - Informações dos animais de cada tratamento no início do experimento.

	DEL*	Número de partos	Produção de leite (kg)
Grupo 1	80,3	2,9	29,8
Grupo 2	80,1	2,9	30,6
Grupo 3	78	2,9	27,5

\*Dias em Lactação

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Para melhor identificação dos animais, em cada tratamento foram colocadas cordas de diferentes cores no pescoço dos animais.



#### 5.4.1 Perfil de ácidos graxos

Para determinar o perfil e quantidade de ácidos graxos presentes em cada suplemento lipídico utilizado, foram coletadas amostras de suplemento linoleico e suplemento palmítico antes do início do experimento. A metodologia de análise utilizada foi por método de extração e metilação em etapa única (one-step procedure) descrito originalmente por Sukija & Palmquist, (1988) com modificações de Jenkins & Palmquist (2003), brevemente: incluíram o uso de uma solução de metilação mais concentrada (10% de HCl em metanol) e incubação a 90 °C por 2 h. Além disso, C13:0 em vez de C19:0 foi usado como padrão interno para determinação da concentração de ácidos graxos totais na amostra, através de cromatografia gasosa conforme descrito por (BALDIN *et al.*, 2012). Na tabela 4 pode-se visualizar o perfil de ácidos graxos de cada suplemento lipídico utilizado.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos presentes nos suplementos linoleico e palmítico

Ácido Graxo	Suplemento linoleico	Suplemento palmítico
	Concentração (g/100g de AG total)	
C4	0,225	0,000
C6	0,027	0,0051
C8	0,033	0,073
C10	0,032	0,049
C11+C10:1 cis9	0,015	0,005
C12	0,291	0,0051
C14	0,218	0,914
C14cis9	0,101	nd*
C15	Nd	0,181
C16	14,957	88,122
C18	3,935	2,348
C18:1trans10	2,971	nd
Vacênico	1,518	0,015
C18:1trans	0,398	nd
C18:1cis9trans15	15,160	2,892
C18:1cis	3,632	nd
Linoleico	42,160	0,246
C20	0,229	0,48
C20:2cis11	0,196	0,006
Linolênico	3,220	0,151
C21	1,729	0,017
C22	0,482	0,000
C22:5n3 EPA	0,193	0,235
Não identificados	8,2	4,5

\*Nd: Não detectado.

Fonte: Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, 2012.

#### 5.4.2 Medições e Amostragens

As coletas de amostras de leite foram obtidas através de um processo automático do sistema de ordenha (GEA Farm Technologies do Brasil, Jaguariúna,

São Paulo, Brasil). Nesse sistema, parte do leite ordenhado era destinado para um reservatório individual e após o término da ordenha, era possível coletar a amostra.

Os frascos eram preenchidos até metade de sua capacidade na ordenha da manhã e o restante na ordenha da tarde e as amostras eram identificadas e colocadas em geladeira. Os frascos utilizados continham bromopol (bromopol tablet; D&F Control System, San Ramon, CA). No dia seguinte, essas amostras eram enviadas ao laboratório.

A composição do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) foram determinados por infravermelho utilizando o aparelho Bentley 2000 (AOAC, 2000; método 972.160) e a contagem de células somáticas (CCS) foi determinada por citometria de fluxo com o aparelho Somacount 300. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Serviço de Análises de Rebanhos Leiteiros (SARLE) da Universidade de Passo Fundo, RS.

## 5.5 CÁLCULOS

### 5.5.1 Percentual de Inclusão dos Suplementos na Dieta

O percentual de inclusão dos tratamentos foram calculados baseados na estimativa de ingestão diária de matéria seca por animal chegando-se ao valor de 1,95% do consumo estimado de matéria seca. De acordo com o NRC (2001) o consumo estimado de matéria seca por animal/dia foi de 3% do peso vivo.

Os tratamentos foram definidos de forma que os animais recebessem a mesma quantidade de gordura e foi realizado da seguinte forma: sendo o peso vivo médio dos animais em 550 kg e o consumo estimado de matéria seca por dia de 3% do peso vivo:

$$550 \text{ kg} \times 3\% = 16,5 \text{ kg/dia}; 16,5 \text{ kg} \times 1,95\% = 322 \text{ g/animal/dia.}$$

Para que os animais do grupo do suplemento linoleico recebessem a mesma quantidade de gordura/dia, foi preciso ajustar o percentual de inclusão por ser um sabão de cálcio.

Assim, cálculo ficou: 400 g de gordura, sendo 9,5% de mineral (informado no rótulo do produto). Então:  $(100 - 9,5 \%) = 90,5\% = (400 \times 90,5\%) = 362$  g/animal/dia de suplemento linoleico.

### 5.5.2 Custo por Suplemento Lipídico

A partir do custo por quilograma do produto no país de origem, transporte marítimo, aduana portuária, transporte interno, processos de fracionamento, mão de obra e margem de lucro prevista pela empresa importadora, é possível chegar ao custo final por quilograma de produto.

O suplemento linoleico é produzido no Brasil. Com isso os custos de impostos de importação e transporte marítimo não entram no custo final do produto.

O suplemento palmítico chega ao porto de Itajaí/SC em preço médio R\$ 3,55/kg. Porém, sobre esse valor é taxado uma carga de impostos próximo de 35% sobre o preço do produto. O custo de transporte interno responde por mais 2,5% e o custo com embalagens, fracionamento do produto e mão de obra responde por mais 8% do custo. Por fim, a empresa que esta importando este produto também precisa ter uma determinada participação deste montante para viabilizar os trabalhos de campo. Em média as empresas que trabalham com importação de matéria prima para nutrição animal trabalham com margem próxima de 30% sobre o valor de custo final do produto. Na tabela 5 estão discriminados todos os custos que participam diretamente no preço final do produto.

Tabela 5 – Custo/kg do suplemento palmítico

Variáveis	Custos	Custo Total (R\$/kg)
Custo matéria prima (kg)	3,55	3,55
Imposto sobre importação e aduana	35%	1,24
Transporte interno	2,5 %	0,12
Fracionamento, embal. e mão de obra	8%	0,39
Margem de lucro prevista	30%	1,59
TOTAL	-	6,89

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Com base nas informações levantadas o suplemento palmítico chega ao produtor a um custo de R\$ 6,89/kg. Já o suplemento linoleico por ser produzido no Brasil tem um custo de R\$ 5,52/kg.

## 5.6 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O objetivo dessa análise é avaliar a viabilidade econômica do fornecimento dos suplementos testados. Como ferramentas para este cálculo serão utilizados alguns indicadores como: custo por kg de suplemento, percentual de inclusão na dieta total, consumo de matéria seca, volume de leite e percentual de gordura produzida x tabela de pagamento por qualidade do leite adotada pelo laticínio DPA Nestlé conforme tabela 6.

Como forma de estudar o impacto dos diferentes tratamentos sobre o preço do litro de leite produzido, será multiplicado a média da produção de leite de cada tratamento pelo valor pago pelos laticínios pela média de gordura produzida conforme tabela 6.

As frequências de distribuição em dias positivos ou negativos nos tratamentos foram ajustadas através da tabela de pagamento por qualidade do leite, utilizado os valores das médias analisadas após a transformação em arco-seno da raiz quadrada.

Sob o ponto de vista de visualizarmos os possíveis impactos da alteração na composição do leite, pode-se ter noção do impacto econômico que a gordura gera para o produtor podendo penalizar o mesmo em 5 (cinco) centavos/litro ou até mesmo bonificar em 5 (cinco) centavos/litro.

Tabela 6 - Programa de pagamento por qualidade do leite – Gordura  
(contínua)

<b>De</b>	<b>Até (% de Gordura)</b>	<b>R\$/Litro</b>
2,00	2,09	-0,0520
2,10	2,19	-0,0468
2,20	2,29	-0,0416
2,30	2,39	-0,0364
2,40	2,49	-0,0312
2,50	2,59	-0,0260
2,60	2,69	-0,0208
2,70	2,79	-0,0156
2,80	2,89	-0,0104
2,90	2,99	-0,0052
3,00	3,09	0,0000
3,10	3,19	0,0000
3,20	3,29	0,0000

Tabela 6 - Programa de pagamento por qualidade do leite – Gordura  
(conclusão)

<b>De</b>	<b>Até (% de Gordura)</b>	<b>R\$/Litro</b>
3,30	3,39	0,0052
3,40	3,49	0,0104
3,50	3,59	0,0182
3,60	3,69	0,0234
3,70	3,79	0,0286
3,80	3,89	0,0338
3,90	3,99	0,0364
4,00	4,09	0,0390
4,10	4,19	0,0416
4,20	4,29	0,0442
4,30	4,39	0,0468
4,40	4,49	0,04732
4,50	4,59	0,04784
4,60	4,69	0,04836
4,70	4,79	0,04888
4,80	4,89	0,0494
4,90	4,99	0,04992
5,00	5,09	0,05044

Fonte: (DPA NESTLÉ, 2014)

Outra forma que será utilizada para avaliar o impacto que o percentual de gordura gera no sistema de pagamento por qualidade do leite é identificar as frequências de distribuições que cada tratamento permaneceu na faixa de bonificação ou penalização em função do pagamento por qualidade do leite.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

Os animais permaneceram em boas condições de saúde durante todo o experimento. Além disso, nenhum caso de mastite ou outro problema foi constatado. Foi observado que os teores de proteína produzida foram menores que os encontrados na literatura.

Na tabela 7 estão descritos os resultados de desempenho e composição do leite entre os tratamentos.

Tabela 7 - Desempenho e composição do leite nos tratamentos

Variável	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Sup. Linoleico	Sup. Palmítico		
Prod. de leite (kg)	27,58	30,41	29,46	1,43	0,400
Gordura (%)	3,60 <sup>b</sup>	3,10 <sup>c</sup>	3,94 <sup>a</sup>	0,05	0,001
Prod. de gord. (g)	1002 <sup>b</sup>	919 <sup>b</sup>	1164 <sup>a</sup>	0,05	0,008
Proteína (%)	2,72	2,75	2,74	0,05	0,950
Prod. de prot. (g)	736	844	807	0,03	0,102
Lactose (%)	4,50	4,42	4,43	0,05	0,518
Prod. de lacto. (g)	1226	1332	1032	0,06	0,499
Sólidos totais (%)	11,80 <sup>a</sup>	11,15 <sup>b</sup>	11,96 <sup>a</sup>	0,11	0,001
Prod. sol. tot. (kg)	3,17	3,36	3,54	0,16	0,299

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Tabela 8 - Consumo de matéria seca entre os tratamentos

Variável	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Sup. Linoleico	Sup. Palmítico		
Consumo (kg/MS)	187,7 <sup>b</sup>	197,5 <sup>a</sup>	192,3 <sup>b</sup>	1,61	0,016

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)



Houve efeito de tratamento sobre o teor de gordura no leite. Comparado com o controle e suplemento linoleico, o suplemento palmítico aumentou o teor de gordura em 8,6 e 21,3%, respectivamente. O tratamento linoleico reduziu em 13,9% o teor de gordura do leite em comparação com o controle.

A produção de gordura total aumentou em 13,9 e 21,1%, quando comparados os tratamentos suplemento palmítico com controle e suplemento linoleico, respectivamente. Não houve efeito sobre a produção de leite bem como para os teores e produções de proteína e lactose. Houve efeito sobre o percentual de sólidos totais e sobre o consumo de matéria seca medido por lotes em cada tratamento, onde os animais que receberam o suplemento linoleico consumiram 4,2% mais em relação aos tratamentos controle e suplemento palmítico.

Na tabela 9 estão calculados os efeitos econômicos que a utilização dos suplementos lipídicos tiveram sobre o preço final por litro de leite produzido.

Tabela 9 – Acréscimo financeiro em função da gordura no leite

Variáveis	Controle	Sup. Linoleico	Sup. palmítico
Média Prod. de leite (kg)	27,58	0,41	29,46
Média de gordura (%)	3,60	3,10	3,94
Pag. qualid. do leite (R\$)*	0,032 <sup>a</sup>	0,003 <sup>b</sup>	0,038 <sup>a</sup>
Prod. x pag. qualid. (R\$)	0,88	0,09	1,012
Total R\$	0,88	0,09	1,12

\*Tabela DPA Nestlé, 2014. <sup>a,b</sup>(controle vs. suplemento linoleico, P=0,001; controle vs. suplemento palmítico, P=0,058; suplemento palmítico vs. suplemento linoleico, P=0,001).

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor ( 2014).

Na tabela 10 é possível analisar a viabilidade econômica estimada dos tratamentos testados.

Tabela 10 - Indicadores de viabilidade econômica

	Controle	Sup. linoleico	Sup. palmítico
Custo por kg (R\$)	-	5,52	6,89
Inclusão na dieta (kg)	-	0,362	0,322
Custo diário (R\$)	-	2,00	2,21
Bonificação (R\$)	0,88	0,09	1,12
TOTAL R\$	0,88	-1,99	-1,07

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Na tabela 11 estão discriminados os custos das matérias primas da dieta nos tratamentos analisados e o custo estimado de alimentação de cada animal por tratamento.

Tabela 11- Análise de tratamentos

Variáveis	Controle	Sup. linoleico	Sup. palmítico
Consumo de silagem (kg/MS)	4,85	5,04	5,29
Consumo de concentrado (kg/MS)	7,24	7,55	7,20
Consumo de núcleo (kg/MS)	0,324	0,338	0,327
Consumo de pasto (kg/MS)	0,923	0,700	0,912
Custo diário dieta total (R\$)	7,13	9,91	9,22

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

O retorno do capital investido dos diferentes tratamentos esta descrito na tabela 12.

Tabela 12 – Análise de viabilidade econômica

	Controle	Sup. linoleico	Sup. palmítico
Média Prod. de leite (kg)	27,58	30,38	29,46
Preço litro do leite (R\$) <sup>1</sup>	0,99	0,99	0,99
Pag. qualidade do leite (R\$) <sup>2</sup>	0,88	0,09	1,12
Custo diário dieta total (R\$) <sup>3</sup>	7,13	9,91	9,22
<b>Renda – custo alimentar</b>	<b>21,05</b>	<b>20,17</b>	<b>21,06</b>

1 Preço por kg de leite produzido no mês de Junho/2014, segundo CONSELEITE

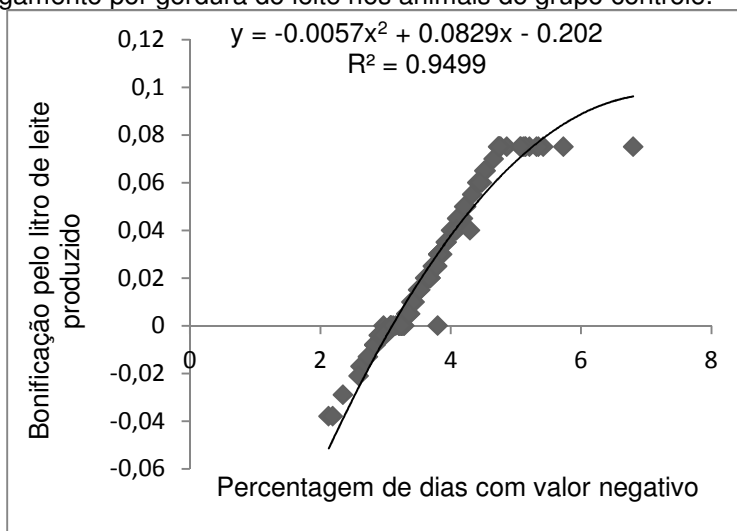
2 Bonificação pelo conteúdo de gordura produzida no mês de Junho/2014, segundo DPA NESTLE.

3 Custo de alimentação por animal de cada tratamento.

Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

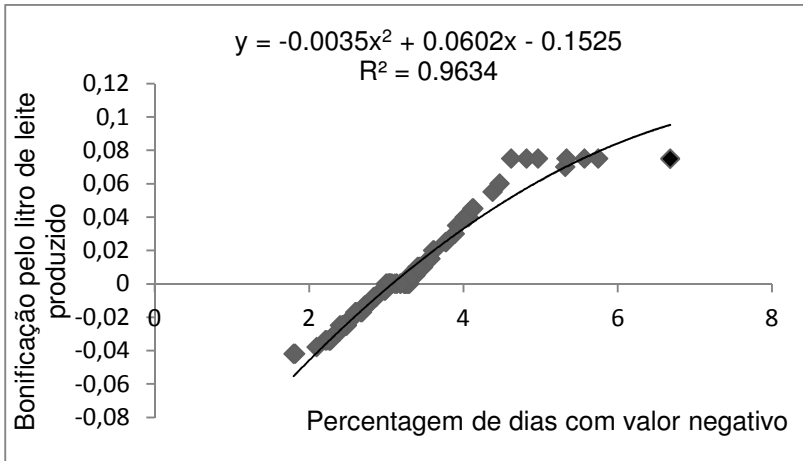
Nos gráficos 1, 2 e 3 estão apresentadas as frequências de distribuição em dias com bonificação ou penalização dos tratamentos de acordo com o pagamento por qualidade do leite.

Figura 1 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo controle.



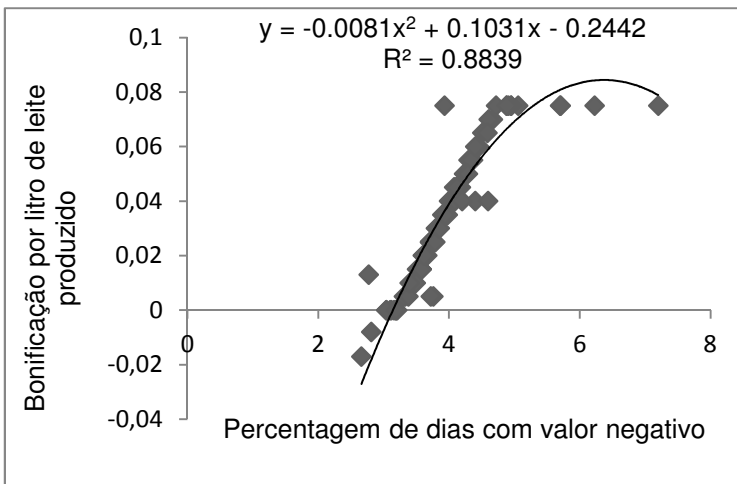
Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Figura 2 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo suplemento linoleico.



Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Figura 3 - Faixa de penalização e bonificação em função do pagamento por gordura do leite nos animais do grupo suplemento palmítico.



Fonte: Pesquisa do Próprio Autor (2014)

Houve efeito sobre o número de dias com penalização para pagamento por qualidade do leite ( $P=0,0001$ ). Os animais que receberam o suplemento palmítico estiveram 0,31% dos dias na faixa de penalização (negativos), enquanto que os animais dos tratamentos controle e suplemento linoleico estiveram 12,5 e 39,1%, respectivamente.

## 7 DISCUSSÃO

Os animais suplementados com suplemento palmítico produziram mais gordura e tiveram aumento no teor deste componente no leite. Isso pode ser explicado por um aumento de ácido palmítico circulante no plasma, originado da dieta, que pode ter contribuído para uma maior oferta deste pré-formado na glândula mamária. Apesar de não ter sido medido a concentração sanguínea de C16:0 nesse experimento, podemos citar alguns trabalhos com suplementação de ácido palmítico que fizeram essa medida confirmando a nossa sugestão, como por exemplo. Rico *et al.*, (2013) que ao analisarem amostras de plasma de animais suplementados com 2% de óleo de palma complexados com sabão de cálcio e 2% com suplemento palmítico (84,8%) comparados com grupo controle (sem suplementação de gordura) encontraram um aumento de 12,7% nos níveis de ácidos graxos não esterificados (AGNE) circulante no plasma.

Resultados semelhantes foram encontrados por (MOSLEY *et al.*, 2007), ao adicionar na alimentação de vacas lactantes 1,8% de suplemento palmítico na matéria seca da dieta, o percentual de gordura no leite aumentou em 14,2% comparado ao grupo controle (sem suplementação de gordura).

O aumento do teor e produção de gordura do leite para os animais suplementados com suplemento palmítico pode ser explicado, devido aos ácidos graxos saturados terem maior afinidade com a glândula mamária e conseqüentemente serem mais facilmente secretados no leite. Isso também foi relatado por (THOMPSON *et al.*, 1983), que afirmaram que um possível modelo alternativo para que isso ocorra é a exemplo de uma difusão anfipática dos ácidos graxos saturados através das células epiteliais da glândula

mamária. Além disso, os ácidos graxos saturados se difundem através da membrana mais rapidamente porque são mais hidrofóbicos (THOMPSON & CHRISTIE, 1991).

O mecanismo regulador da síntese de gordura do leite provavelmente está relacionado com a esterificação dos ácidos graxos e a distribuição de triglicerídeos no plasma. (GLASSER *et al.*, 2008) destacaram a interdependência entre cadeias; curtas, médias e longas de ácidos graxos, e sugeriram que a síntese de gordura do leite é dependente da oferta simultânea desses ácidos graxos para a etapa de esterificação da gordura do leite.

Hansen & Knudsen (1980), ao examinarem a síntese de triglicerídeos e a incorporação específica de cadeia curta e de cadeia média de ácidos graxos e triglicerídeos na glândula mamária de cabras, concluíram que o possível aumento de ácido palmítico circulante no plasma pode ter contribuído para uma maior oferta desses pré-formados na glândula mamária, explicando partes o aumento observado na secreção de gordura do leite quando comparado tratamento controle.

Ainda sobre esse aspecto, Navarrete (2013), ao testar suplementação em diferentes grupos de vacas em lactação com fontes de C16:0 e C18:0 encontrou um aumento de 9,2% de ácidos graxos não esterificados (AGNE) para o grupo com suplemento palmítico o que o mesmo autor concluiu ser o responsável pelo efeito na secreção de gordura no leite quando comparado ao tratamento controle (sem suplemento).

Resultados semelhantes para aumento na produção de gordura no leite foram encontrados por Steele & Moore (1968), que avaliaram os efeitos do fornecimento de C16:0 e C18:0 incluindo 4% na dieta total para vacas leiteiras de baixa produção comparadas

ao grupo controle (sem adição de ácido palmítico). Como resultado os animais suplementados com C16:0 tiveram efeito sobre a concentração de gordura do leite, suportando também o sugerido anteriormente.

Com esses resultados é possível que a síntese de novo dos ácidos graxos tenha sido diferente entre os tratamentos. Apesar de não ter sido medida nesse presente estudo, outros autores encontraram menor síntese em tratamentos suplementados com ácidos graxos saturados da dieta como relatado por Grummer *et al.* (1990), que ao fornecerem doses crescentes de ácido palmítico na dieta de vacas em lactação (0, 0,500, 1000 e 1500g), encontraram um decréscimo linear sobre a síntese de ácidos graxos do novo.

A redução da síntese de novo em animais que recebem dietas ricas em gorduras saturadas (C16:0 e C18:0) pode ser explicado através de duas possíveis hipóteses. A primeira é através da inibição da enzima acetil-CoA-Carboxilase (ACC), a qual é responsável por transformar acetato em malonil-CoA, que são originados do metabolismo do acetato no citoplasma (GRUMMER *et al.*, 1990). A segunda, é que os ácidos graxos originados pela síntese do novo e ácidos graxos de média a longa cadeia competem por diacilglicerol acil-transferase (DGAT). Limitando dessa forma, o fornecimento de glicerol-3-fosfato (G3P) para a síntese do novo, ocasionando a redução da mesma (NAVARRETE, 2013).

Já é sabido que o fornecimento de suplementos ricos em ácidos graxos a base de óleo de soja na dieta podem alterar a síntese de gordura do leite, mais precisamente levar à depressão na gordura do leite.

Uma possível explicação para a depressão de gordura originada com o suplemento linoleico é devido o mesmo ser fabricado com óleo de soja. Conforme (PALMQUIST *et al.*, 1989) o óleo de soja possui alta



concentração de ácidos graxos insaturados (C18:2 e C18:3), sendo essa uma possível causa para maior dissociação dos ácidos graxos no rúmen. Isso foi comprovado por (PALMQUIST *et al.*, 1989) que ao avaliar a dissociação ruminal de sabões de cálcio, complexados em diferentes gorduras (sebo bovino, ácido esteárico, óleo de palma e óleo de soja) em diferentes pH ruminais, encontrou uma correlação entre pH ruminal e taxa de dissociação ruminal. Nesse estudo, o sabão de cálcio a base de óleo de soja em pH (5,0, 5,5, 6,0 e 6,5) dissociou 100, 60, 55 e 40% respectivamente.

A depressão de gordura no leite ocasionado pela suplementação com linoleico quando fabricado a base de óleo de soja, também foram relatadas por (PALMQUIST, 2000); (DAVIS *et al.*, 1979); (D'ANGELO, 2009).

Evidências indicam que a depressão de gordura do leite é causada por mudanças no ambiente ruminal que leva a produção de ácidos graxos “*trans*” como intermediários da bio-hidrogenação de ácidos graxos insaturados da dieta, mais precisamente o CLA *trans*-10, *cis*-12 que quando absorvido, resulta na diminuição da expressão gênica das enzimas lipogênicas e conseqüentemente uma redução na síntese de gordura pela na glândula mamária (BAUMAN *et al.*, 2011).

Erdman *et al.* (2012), ao suplementar animais de alta produção com níveis crescentes de linoleico (0, 200, 400 e 600 g) comparados com níveis decrescentes de ácidos graxos cadeia curta e média (C8:0, C10:0, C12:0, C14:0 e C16:0) com (600, 400, 200 e 0 g) encontraram uma tendência de aumento linear de gordura no leite com acréscimo de ácido palmítico e decréscimo do linoleico.

A diferença de consumo entre o tratamento suplemento linoleico com os tratamentos suplemento

palmítico e controle pode ser explicado pela possível dissociação dos ácidos graxos insaturados no rúmen. Segundo Jenkins (1989), o excesso de ácidos graxos dissociados na dieta pode interferir na digestão de outros nutrientes ou até mesmo na digestão da própria gordura. Isso pode ter levado os animais a consumirem maior quantidade de alimento para compensar em partes essa menor digestibilidade. Apesar de não ter medido o efeito dos tratamentos sobre a digestibilidade neste estudo, (JENKINS *et al.*, 1989) ao avaliar a digestibilidade de diferentes fontes de gorduras, relatou que com o aumento de gordura insaturada na dieta a digestibilidade de alimentos no rúmen reduziu linearmente de 51,4% para 43,8%.

Rico *et al.* (2014), ao suplementar animais de baixa e alta produção de leite com sais de cálcio a base de óleo de palma, não encontraram diferença de consumo entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por (NAVARRETE, 2013). Isso pode ser explicado devido o suplemento palmítico possuir maior percentual de ácidos graxos saturados e dessa forma não sofre ação dos microrganismos ruminais.

Referente à produção de leite, proteína e sólidos totais, resultados semelhantes foram encontrados por (PIATONI *et al.*, 2013); (RICO *et al.*, 2014).

Estudos que avaliam os efeitos da suplementação de ácido palmítico puro na digestão, metabolismo e produção de gordura do leite ainda são relativamente escassos. Pesquisas anteriores sobre a suplementação de gordura saturada sugerem que as vacas de diferentes níveis de produção de leite pode responder de modo diferente em cada dieta (HAVARTINE *et al.*, 2006); (WARNTJES *et al.*, 2008).

Com base nas informações da tabela 9, é possível identificar que o tratamento com suplemento palmítico

teve melhor resultado em percentual de gordura produzida e conseqüentemente melhor bonificação por litro de leite produzido. O grupo controle também recebeu bonificação pela gordura produzida, mas em menor quantidade. Porém foi o tratamento em que os animais permaneceram menos dias na faixa negativa sobre o pagamento por qualidade do leite. Já o tratamento com suplemento linoleico apesar de permanecer por mais dias na faixa negativa, o preço pago por gordura produzida ficou na zona neutra.

A inclusão de ambos os suplementos com objetivo de aumentar a rentabilidade financeira apenas pelo acréscimo de gordura produzida não se comprova. Porém, é nítido que a diferença na produção de gordura entre os tratamentos impacta diretamente no preço final do leite. Neste caso, apesar do tratamento suplemento palmítico bonificar em R\$ 1,12 por animal/dia o custo de adição desse suplemento foi de R\$ 2,21 animal/dia, sendo maior que retorno. Porém, ainda demonstra maior viabilidade que tratamento suplemento linoleico que teve o custo de fornecimento de R\$ 2,00 animal dia, porém não teve retorno sobre a produção de gordura e levou a um aumento do consumo de alimentos, uma redução no teor de gordura, diminuindo a eficiência.

Conforme a tabela 10 os animais do grupo controle, por não receberem os suplementos testados, têm menor custo de alimentação por animal/dia. Já os animais do grupo suplemento linoleico consumiram aproximadamente 0,300 kg de ração a mais que os demais tratamentos, tornando assim o grupo com maior custo de alimentação entre os tratamentos.

Com estas informações, fica evidente que o tratamento suplemento linoleico apesar dos animais elevarem a produção de leite, acabou sendo penalizado pela depressão de gordura no leite em comparação com

os tratamentos controle e palmítico. Dessa forma, avaliando simplesmente os indicadores de produção de leite e gordura produzida, o grupo suplemento palmítico demonstra melhor viabilidade econômica quando comparado ao suplemento linoleico. Sugere-se isso ao avaliar a frequência de distribuição das médias de gorduras produzidas vs. o sistema de pagamento por qualidade do leite. Nesse caso os animais do grupo suplemento linoleico permaneceram distribuídos em maior frequência na zona de penalização pelo litro do leite produzido.

Para o grupo suplemento palmítico os animais permaneceram distribuídos com maior frequência na zona com bonificação pela gordura produzida. Confirmando o efeito comparado aos grupos controle e suplemento linoleico. Apesar disso, o retorno do capital investido considerando as variáveis produção de leite e gordura produzida não houve diferença quando comparado aos tratamentos controle e suplemento linoleico. Porém, vale ressaltar que os animais que receberam inclusão de gordura na dieta, a mesma pode ter outros destinos além da produção e síntese de gordura no leite (BAUMAN & GRIINARI 2003). Dessa forma, outros indicadores como o escore de condição corporal e/ou índices de reprodução poderiam auxiliar na avaliação.

## **8 CONCLUSÃO**

A inclusão de suplemento palmítico na dieta de animais de média a alta produção, confirmou a hipótese de aumento do teor e da produção de gordura do leite.

No estudo da viabilidade econômica sobre o sistema de pagamento por qualidade do leite, o fornecimento dos diferentes suplementos não apresentaram retorno positivo. Uma alternativa para tentar viabilizar a utilização dos suplementos palmítico e linoleico na alimentação seria adquiri-los a um menor custo por kg. Porém mais estudos são necessários para confirmar estes resultados e determinar se as respostas são semelhantes em diferentes níveis de inclusão e em diferentes fases de lactação.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 83:1598–1624

BALDIN, M. **Desempenho, composição do leite e balanço energético de cabras leiteiras recebendo ésteres metílicos de ácido linoleico conjugado (CLA) na dieta**. Dissertação Mestrado-CAV-UDESC. 2012

BAUMAN, D. E.; PERFIELD, J. W.; HARVATINE, K. J.; BAUMGARD, L. H. Regulation of fat synthesis by CLA: lactation and the ruminant model. **Journal of Nutrition**, v.138, p.403 - 409, 2008.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, p.203–227, 2003.

BAUMAN, D.E.; MATHER, I.H.; WALL, R.J.; LOCK, A.L. Major Advances Associated with the Biosynthesis of Milk. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1235–1243, 2006.

BAUMAN, D. E; LOCK, A.L.; TELES, B.M.; PERFIELD II, J.W.; SINCLAIR, L.A. A conjugated linoleic acid supplement containing trans-10, cis-12 reduces milk fat synthesis in lactating sheep. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1525–1532, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62. **Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite**. 2012.

COPPOCK, C. E; WILKS, D. L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Animal science**. 1991, 69:3826-3837. 1991

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1751–1770, 2003.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. **Herbivore Research Unit, INRA Theix**, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France. 2000

CONSELEITE-RS. Acessado em: 21/05/2014. Disponível em: [http://www.conseleite.com.br/?p=preco\\_referencia&sp=resumo&estado=SC](http://www.conseleite.com.br/?p=preco_referencia&sp=resumo&estado=SC).

DAVIS, C. L.. The use of buffers in the rations of lactating *dairy* cows. In: L. C. Wilman. Jr. and R W. Rice (Ed.) Regulation of Acid-Base Balance. p 51. **Church and Dwight Piscalaway**. NJ. 1979

D'ANGELO, L. S. **Fontes de gordura na alimentação de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação**. Pirassununga. 2009.

EASTRIDGE. L. M. **Effects of feeding fats on rumen fermentation and milk composition**. The Ohio State University. 2002

ERDMAN, R. A; VYAS, D; TETER, B. B. Milk fat responses to dietary supplementation of shortand

medium-chain fatty acids in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 95 :5194–5202.2012

FARIA, M. M. S. **Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel em suplementos para vacas lactantes a pasto: qualidade do leite e do queijo frescal**. Tese de Doutorado Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, 2012

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175p.

FRANCE, J.; KEBREAD, E. **Mathematical modeling in animal nutrition**. CAB. 2008

GLASSER, F. A. FERLAY, M. DOREAU, P. SCHMIDELY, D. SAUVANT.;CHILLIAARD, Y. Long-chain fatty acid metabolism in dairy cows: A meta-analysis of milk fatty acid yield in relation to duodenal flows and de novo synthesis. **Journal of Dairy Science**. 88:2771–2785. 2008

GRUMMER, R. R. Effect of Feed on the Composition of Milk Fat. University of Wisconsin Madison S3706. **Journal of Dairy Science**. 1990

HANNIGAN, M. D.; BALDWIN, R. L. **A mechanistic model of mammary gland metabolism in the lactating cow**. *Agricultural systems* 45, 369 – 419. 1994.

HANSEN, J. K.; J. KNUDESEN. Transacylation as a chain-termination mechanism in fatty acid synthesis by mammalian fatty acid synthetase. Synthesis of butyrate and hexanoate by lactating cow mammary gland fatty



acid synthetase. **Biochem Journal of Dairy Science**. 186: 287–294.1980

HARVATINE, K.J.; BAUMAN, D.E. SREBP1 and thyroid hormone responsive Spot 14 (S14) are involved in the regulation of bovine mammary lipid synthesis during diet-induced milk fat depression and treatment with CLA. **The Journal of Nutrition**, v.136, p.2468–2474, 2006.

HARVATINE, K.J.; BOISCLAIR, Y.R.; BAUMAN, D.E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Journal of Animal science**, v.3, p.40–54, 2008.

IBGE. **Panorama leiteiro no oeste de Santa Catarina**. 2013.

JENKINS. T. C. and B. F. JENNY. 1989. Effect of hydrogenated fat on feed *intake*, nutrient digestion, and lactation performance of *dairy* cows. **Journal of Dairy Science**. 722316

JENKINS, T. C. 1995. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**.76:3851–3863.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. – Santa Maria: Ed. UFSM, 2009. 216 p

HOLDEN, L. A; MULLER, L.; D FALES, S. L. Estimation of Intake in Grazing Grass Pasture High Producing Holstein Cows. **The Pennsylvania State University** . 1994

LIMA, M. L. P; SIMILI, F. F. Como os alimentos podem afetar a composição do leite das vacas. Apta. **Pesquisa e tecnologia**. 2007.

LEITE, L.C., LANNA, D.P.D. **Avanços no estudo do metabolismo de lipídios**: perfil da gordura depositada na carne ou secretada no leite de ruminantes. 2009.

MACHADO, P.F. **Pagamento do Leite por Qualidade**, III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite, Recife, CCS Gráfica e Editora, 2008, 373 p.

MOSLEY, S. A., E.; MOSLEY, B.; HATCH, J. I.; SZASZ, A.; CORATO, N.; ZACHARIAS, D.; HOWES, and M. A. MCGUIRE. 2007. Effect of varying levels of fatty acids from palm oil on feed intake and milk production in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. 90:987–993.

NAVARRETE, J. E. R. **The impact of feeding palmitic and stearic acid to lactating dairy cows**. Michigan State University. Animal Science - Master of Science. 2013

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7ed. Washington: Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, 2001. 408p.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal. Dairy Science**. 1980

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. *et al.* **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: 2006. Cap.10, p.287-310

PANTOJA, J. L. FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L.; HULL, B. L.E. Effects of Fat Saturation and Source of Fiber on of Nutrient Digestion and Milk Production by

Lactating Dairy Cows. **Department of Dairy Science  
The Ohio State University Columbus 43210.** 1994

PIATONI, P; LOCK, A. L; ALLEN, M. S. Palmitic acid increased yields of milk and milk fat and nutrient digestibility across production level of lactating cows. **Journal of Dairy Science.** 96 :7143–7154. 2013.

PINHEIRO, F. F. **Sistema de pagamento como incentivo à qualidade do leite.** 2010

REIS, R.B. *et al.* **Manipulação da Qualidade do Leite pela Nutrição da Vaca, I Simpósio do Agronegócio do Leite: Produção e Qualidade,** Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 2004.

RICO, J. E.; ALLEN, M. S; LOCK, A.L. Compared with stearic acid, palmitic acid increased the yield of milk fat and improved feed efficiency across production level of cows. Department of Animal Science, Michigan State University. **Journal of Dairy Science.** 97 :1057–1066. 2014

RICO, J. E; PRESEAUULT, C. L; DELAND, K. E; ALLEN, M. Feeding a C16:0-enriched fat supplement increased the yield of milk fat and improved conversion of feed to milk. **J. Dairy Sci.** 96 :6650–6659. 2013.

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L; DEMASCENO, J. C. **Manejo da vaca leiteira no período transição e início da lactação.** Universidade Estadual de Maringá, PR. 2009.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT: Users Guide.** Version 9.0. ed. Cary, NC, 2002.

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C.A.F.; SARMENTO, J. L. R.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, S. P. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 257-267. 2007

THOMSON, A. B. R.; HOTKE, C. A., O'BRIEN, B. D., WEINSTEIN, W. M. Intestinal uptake of fatty acids and cholesterol in four animals species and man: Role of unstirred water layer and bile salt micelle. **Comp. Biochem. Physiol.** 75A:221–232. 1983

THOMSON, G. E., CHRISTIE, W. . Extraction of plasma triacylglycerols by the mammary gland of the lactating cow. **Journal of Dairy Science**.Res. 58:251–255. 1991

STEELE, W., and J. H. MOORE. 1968. The effects of a series of saturated fatty acids in the diet on milk-fat secretion in the cow. **Journal of Dairy Science**. Res. 35:361–370.

STEELE, W. J. 1969. The effects of dietary palmitic and stearic acids on milk yield and composition in the cow. **Journal of Dairy Science**. 36:369–373.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991

WARD, J. K, C.; TEFF; R. J.; EDWARDS, H. N.; TILLMAN, A. D. Further studies concerning the effect of M a s h upon the utilization of lowquality roughages by

*ruminant* animals. **Journal of Dairy Science.**16:633.  
1957

WARNTJES, J., P. ROBINSON, E. GALO, E.  
DEPETERS; D. HOWES. Effects of feeding supplemental  
palmitic acid (C16:0) on performance and milk fatty acid  
profile of lactating dairy cows under summer heat.  
**Animal Feed Science.** Technol. 140:241–257. 2008

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant  
feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR  
FEED MANUFACTURERS, 61.,  
1999, *Proceedings...*lthaca: Cornell University, 1999.  
p.176-185.

WU, Z. O. A.; OHAJURUKA, and D. L. PALMQUIST.  
Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of  
fatty acids by dairy cows. **Journal of Dairy Science.**  
74:3025–3034. 1991.