UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

NÍVEIS CRESCENTES DE GORDURA DE ARROZ PARA VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO NO INÍCIO DA LACTAÇÃO

JORGE SCHAFHÄUSER JR.
M. Sc. Zootecnia/UFV

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Maio de 2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

NÍVEIS CRESCENTES DE GORDURA DE ARROZ PARA VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO NO INÍCIO DA LACTAÇÃO[1]

Autor: Jorge Schafhäuser Júnior
Orientador: Prof. Jorge López

RESUMO

Foram avaliados os efeitos de níveis crescentes de suplementação com gordura de arroz, na forma de farelo integral e óleo, em dietas isoprotéicas (19,7% de proteína bruta) e isofibrosas (30,1% de fibra em detergente neutro), sobre o consumo, produção e metabolismo de vacas leiteiras de alta produção na fase inicial da lactação. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, com quatro níveis de gordura bruta (3,5; 5,0; 6,5 e 8,0%), quatro animais e quatro períodos, com uma repetição. O comportamento do consumo de matéria seca foi quadrático, com uma redução importante somente no maior nível de suplementação. Nos demais níveis os valores foram semelhantes (25,8; 26,2; 25,9 e 24,5kg/dia, respectivamente). O mesmo comportamento foi observado para o consumo de proteína bruta. O consumo de carboidratos não fibrosos e de fibra em detergente neutro foi reduzido linearmente pela suplementação. Não houve efeito da suplementação lipídica sobre a produção de leite (33,1; 33,3; 34,0 e 33,4kg/dia, respectivamente), sobre a produção corrigida para gordura, sobre o teor de gordura, lactose, sólidos totais e sua produção diária. O teor de proteína bruta do leite diminuiu com o aumento da gordura nas dietas, mas não houve efeito sobre a produção diária de proteína. A eficiência alimentar aumentou com o aumento da inclusão de gordura nas dietas, mas não houve efeito sobre a energia do leite nem sobre a eficiência energética. A concentração de nitrogênio uréico do leite não foi influenciada pelos tratamentos, embora a de nitrogênio uréico do sangue tenha diminuído à medida que aumentou a inclusão de gordura nas dietas. Os níveis séricos de glicose e triglicerídeos não diferiram em função dos tratamentos, mas houve aumento da concentração de colesterol total com o aumento da suplementação lipídica. O custo de produção do leite foi reduzido à medida que aumentou a participação da gordura nas dietas. Essa redução ocorreu devido ao menor consumo de volumoso como efeito da gordura, apesar da inclusão de gordura de arroz nas dietas ter gerado um aumento do custo dos concentrados.

---

[1] Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (140 p.). Maio de 2005.

INCREASING LEVELS OF RICE FAT TO HIGH PRODUCTION DAIRY COWS IN EARLY LACTATION[1]

Author: Jorge Schafhäuser Júnior
Adviser: Prof. Jorge López

ABSTRACT

The effects of rice fat as rice bran plus rice oil fed to high yielding dairy cows were evaluated by using diets with similar protein (19.7%) and neutral detergent fiber (NDF = 30.1%) concentrations. The experimental design was a latin square with four treatments based on increasing levels of ether extract (3.5, 5.0, 6.5 e 8.0%), four cows and four periods, with a replicate. Eight Holstein cows were used as experimental animals. Dry matter intake was reduced at the highest level of supplemental fat (25.8, 26.2, 25.9 e 24.5kg/day, respectively) as well as crude protein, non fibrous carbohydrates and NDF intakes. Milk yield was not affected by suplementation (33.1, 33.3, 34.0 e 33.4kg/day, respectively) as well as fat corrected milk, lactose and total solids and daily yield of these nutrients. Milk protein concentration was reduced as the dietary fat increased (3.07, 2.98, 2.93 and 2.90%, respectively) but the protein daily production was not affected. Feed efficiency increased with supplemental fat (1.28, 1.26, 1.30 and 1.36, respectively), but on the other hand, milk energy and energy efficiency were not influenced. Milk urea nitrogen was not influenced but blood urea nitrogen decreased by increasing supplemental fat. Seric concentration of glucose and triglycerides were not affected by the treatments; however total cholesterol was increased by supplemental fat. Milk yield costs were reduced as the fat increased. This reduction was mainly due to the lower forage intake, regardless of the concentrate cost raised by the added fat.

---

[1] Doctoral thesis in Animal Production, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (140 p.). May, 2005.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar e acima de tudo. Agradecerei sempre a Ele nas vitórias, pela alegria a que remetem, e, nas derrotas, pelo aprendizado que proporcionam.

Ao Professor Jorge López, não apenas por ter me acolhido como orientado, mas pelas lições de vida, caráter e dedicação à Ciência que compartilha cotidianamente com aqueles que o cercam.

À Itaguá Agricultura e Pecuária e aos seus proprietários, Henrique Bins Luce e sua esposa Cristina. Seria impossível colocar em palavras o sentimento de gratidão pelo seu ato generoso, que possibilitou a realização deste trabalho. Ao Ronimar, Marlon e Fábio pelo auxílio durante o experimento e pela parceria, tornando mais leves as madrugadas...

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Departamento de Zootecnia desta Universidade, por ter me proporcionado a oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Aos professores do DZO, pelos ensinamentos e pela convivência durante esses quatro anos.

À minha querida amiga Ione, por sua alegria, dedicação e competência ao cuidar dos assuntos do DZO.

Aos colegas de curso, principalmente àqueles dos “domingos no LEZO”.

Ao colega José Laerte Nörnberg, pela ajuda, conversas e importantes sugestões durante o curso e na realização deste trabalho.

Ao pesquisador da EMBRAPA, Waldyr Stumpf Jr., pelas idéias e sugestões na idealização deste trabalho.

Ao amigo e colega Saulo da Luz e Silva, pelo inestimável auxílio na análise estatística dos dados do experimento.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, por ter permitido que eu me afastasse de minhas atividades docentes para cursar o doutorado. Ao então diretor da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Amilton Vallandro Marçal, por seu empenho para minha liberação e por acreditar que a qualificação docente e a pesquisa são o caminho para o crescimento de uma instituição de ensino.

Ao colega Décio Sandi, pelo auxílio e pela parceria.

À Luciana e à Moema, pelo auxílio nas análises bromatológicas e à “Tere”, pelo processamento das amostras de sangue.

À zootecnista Juliana Zirbes Rodrigues, pela cessão das instalações da fábrica de rações da Estância São Pedro.

À Simone, por me ensinar o que é o Amor e por me apoiar sempre, incondicionalmente.

À minha filha Roberta, pela inspiração que causa sua simples existência.

Para ser grande.
Para ser grande, sê inteiro.
Nada teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa.
Põe quanto és no mínimo que fazes.
Assim, em cada lago a Lua toda brilha,
Porque alta vive.
(Fernando Pessoa)

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO..... 01

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 04
2.1 Considerações gerais..... 04
2.1.1 A cultura do Arroz no RS..... 04
2.1.2 A suplementação lipídica para vacas leiteiras..... 05
2.2 Efeitos da utilização de gordura na alimentação animal..... 08
2.3 Bio-hidrogenação das gorduras no rúmen..... 09
2.4 Efeitos da gordura suplementar sobre o consumo voluntário de alimentos..... 10
2.5 Mecanismos de ação das gorduras na redução do consumo voluntário de alimentos..... 14
2.6 Tipos de gordura utilizadas na suplementação..... 15
2.7 Efeito hipofágico das gorduras: fatores associados..... 17
2.8 Impacto das gorduras sobre o consumo dos demais nutrientes da dieta..... 18
2.9 Resposta produtiva à suplementação lipídica..... 19
2.9.1 Produção de leite e eficiência alimentar..... 19
2.9.2 Proteína do leite..... 22
2.9.3 Gordura do leite..... 25
2.9.4 Lactose do leite..... 27
2.10 Parâmetros sanguíneos..... 29
2.10.1 Glicose..... 29
2.10.2 Colesterol..... 30
2.10.3 Triglicerídeos..... 31
2.10.4 Nitrogênio uréico..... 32

3. MATERIAL E MÉTODOS..... 35
3.1 Local..... 35
3.2 Duração do experimento..... 36
3.3 Instalações..... 37
3.4 Animais experimentais..... 39
3.5 Tratamentos..... 39
3.6 Alimentos..... 43
3.7 Condução do experimento..... 44
3.8 Preparação das amostras..... 46

3.9 Análises laboratoriais..... 48
3.10 Parâmetros avaliados..... 50
3.10.1 Consumo de Matéria seca..... 50
3.10.2 Consumo de proteína bruta, gordura bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e energia líquida de lactação..... 50
3.10.3 Peso vivo..... 50
3.10.4 Produção de leite..... 51
3.10.5 Eficiência alimentar..... 51
3.10.6 Eficiência energética..... 51
3.10.7 Parâmetros sanguíneos..... 52
3.11 Avaliação bio-econômica da utilização de gordura..... 52
3.12 Modelo estatístico..... 53
3.12.1 Delineamento experimental..... 53
3.12.2 Análise estatística..... 53

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 55
4.1 Consumo de matéria seca, peso vivo, produção de leite e eficiência alimentar..... 55
4.2 Consumo de nutrientes e de energia líquida, energia do leite e eficiência energética..... 68
4.3 Composição do leite..... 78
4.4 Parâmetros sanguíneos..... 87
4.5 Custos de produção do leite nos tratamentos..... 95

5. CONCLUSÕES..... 98
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 99
7. REFERÊNCIAS BIBILIOGRÁFICAS..... 100
8. APÊNDICES..... 110
9. VITA..... 140

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

1. Animais experimentais distribuídos segundo a data de parição, ordem e tempo de lactação..... 39

2. Composição bromatológica percentual dos alimentos utilizados nas dietas, em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM)..... 41

3. Composição da mistura mineral e vitamínica utilizada nas dietas (dados do fabricante)..... 41

4. Composição percentual da mistura dos concentrados experimentais..... 42

5. Composição bromatológica e energética das dietas experimentais, por tratamento, considerando matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo ou gordura bruta (GB), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT) e cálcio (Ca)..... 42

6. Valores médios de consumo de matéria seca (kg/dia), peso vivo (kg), consumo de matéria seca relativo ao peso vivo, produção de leite corrigida ou não a 3,5% de gordura (kg/dia) e eficiência alimentar (kg leite/kg MS), por tratamento..... 55

7. Médias por tratamento para consumo de proteína bruta (PB), em kg/dia, extrato etéreo ou gordura bruta (GB), em kg/dia, carboidratos não fibrosos (CNF), em kg/dia, fibra em detergente neutro (FDN), em kg/dia, FDN em porcentagem do peso vivo, energia líquida de lactação (EL_L), em Mcal/dia, energia secretada no leite, em Mcal/dia e eficiência energética em Mcal leite/Mcal ingerida..... 69

8. Valores médios por tratamento para teor (%) e produção (kg/dia) de proteína bruta, gordura, lactose e sólidos totais, e concentração (mg/dL) de nitrogênio uréico do leite (NUL)..... 79

9. Valores médios por tratamento para concentração de glicose (mg/dL), colesterol total (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e nitrogênio uréico (mg/dL) do soro dos animais..... 88

10. Custos em reais por tonelada ou kg de matéria natural e por dia, da silagem de sorgo, feno de alfafa e concentrados, custo total da alimentação por dia e por kg de leite produzido, resumo dos demais custos de produção e participação percentual da alimentação no custo total de produção, em cada tratamento..... 96

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Vista externa das instalações onde foi realizado o experimento..... 38

2. Vista interna das instalações onde foi realizado o experimento..... 38

3. Regressão dos valores de consumo de matéria seca em kg/dia, em função da suplementação lipídica na dieta..... 57

4. Regressão dos valores de eficiência alimentar (EFAL), em kg de leite/kg de matéria seca ingerida, em função da suplementação lipídica na dieta..... 67

5. Regressão dos valores de consumo de proteína bruta (CPB) em kg/dia, em função da suplementação de gordura na dieta..... 70

6. Regressão dos valores de consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), em kg/dia, em função da suplementação de gordura na dieta..... 73

7. Regressão dos valores de consumo de fibra em detergente neutro (FDN) em porcentagem do peso vivo, em função da suplementação de gordura na dieta..... 75

8. Regressão dos valores de consumo de energia líquida de lactação (CEL_L) em Mcal/dia, em função da suplementação de gordura na dieta..... 76

9. Regressão dos valores de colesterol total (COL), em mg/dL, em função da suplementação lipídica na dieta..... 90

10. Regressão dos valores de nitrogênio uréico (NUS) em função da suplementação lipídica na dieta..... 93

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AGV: Ácido graxos voláteis

ANOVA: Análise de variância

ATP: Adenosina trifosfato

C: Carbono

Ca: Cálcio

CCK: Colecistoquinina

CCNF: Consumo de carboidratos não fibrosos

CEL: Consumo de energia líquida

CFDN: Consumo de fibra em detergente neutro

CGB: Consumo de gordura bruta

CLA: Ácido linoléico conjugado

CMS: Consumo de matéria seca

CMT: *Californian Mastitis Test*

CNF: Carboidratos não fibrosos

COL: Colesterol

CPB: Consumo de proteína bruta

CV: Coeficiente de variação

DL: Decilitro

EE: Extrato etéreo

EFAL: Eficiência alimentar

EFALC: Eficiência alimentar corrigida para leite com 3,5% de gordura

EL: Energia líquida

ELL: Energia líquida do leite

EPM: Erro padrão da média

FDN: Fibra em detergente neutro

GB: Gordura bruta

GL: Grau de liberdade

GLC: Glicose

GLM: *General linear models*

GORD: Gordura do leite

H: Horas

Ha: Hectares

Kg: Quilogramas

Km: Quilômetros

L: Linear

L: Litros

LACT: Lactose

LCG: Leite corrigido para teor de gordura

M: Metros

Mcal: Megacalorias

Mg: Miligrama

MM: Matéria mineral

Mm: Milímetros

MO: Matéria orgânica

MS: Matéria seca

N: Nitrogênio

NADPH: Nicotinamida-adenina-dinucleotídeo-fosfato reduzida

NDT: Nutrientes digestíveis totais

NEFA: Ácidos graxos não esterificados

NRC: *National Research Council*

NS: Não significativo

NUL: Nitrogênio uréico do leite

NUS: Nitrogênio uréico do sangue

^{o}C: Graus Celsius

P: Período

PB: Proteína bruta

PL: Produção de leite

PLC35: Produção de leite corrigida a 3,5% de gordura

PP: Polipeptídeo pancreático

PROT: Proteína bruta do leite

PV: Peso vivo

Q: Quadrático

QL: Quadrado latino

QM: Quadrado médio

SAS: *Statistical Analysis System*

SQ: Soma de quadrado

ST: Sólidos totais

T: Tratamento

TGL: Triglicerídeos

V: Vaca

VLDL: Lipoproteínas de muito baixa densidade

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a evolução genética dos rebanhos leiteiros tem feito surgir animais de alta capacidade para produção de leite. Na medida em que o potencial de produção dos animais aumenta, é necessário alimentá-los de modo condizente com suas exigências nutricionais para que o potencial genético possa se expressar na forma de transformação do alimento consumido.

A capacidade de produção de leite, por vacas especializadas, praticamente triplicou nas últimas três décadas; entretanto, a capacidade ingestiva desses animais não evoluiu proporcionalmente, o que faz com que seja necessário o uso cada vez maior de alimentos com elevada concentração de nutrientes. Além disso, a fase inicial da lactação de vacas de alta produção é caracterizada por uma elevada demanda de nutrientes para síntese de leite, associada a uma limitada capacidade de consumo de alimentos. No sentido de tentar minimizar o balanço energético negativo, característico do início da lactação, o uso de alimentos com elevada concentração de nutrientes é uma alternativa que vem sendo utilizada para compensar uma menor capacidade ingestiva, mas isto não ocorre sem que efeitos negativos possam estar presentes. O uso de alimentos com elevada concentração energética e ruminalmente inertes, como é o caso das gorduras protegidas (sais cálcicos de ácidos graxos), tem sido uma alternativa utilizada com resultados positivos, tornando o seu uso rotineiro em muitos sistemas de produção. Ultimamente, entretanto, devido ao aumento do custo dos insumos e redução das margens de lucro da atividade leiteira, o uso dessas fontes de gordura tem-se tornado pouco viável economicamente, o que tem levado a pesquisa a direcionar seus esforços para outras fontes de gordura (soja, algodão, canola, girassol, etc) que ao mesmo tempo em que amenizem o balanço energético negativo da fase inicial da lactação, tenham pouco impacto

sobre o metabolismo do rúmen e sejam interessantes do ponto de vista econômico.

A tendência da manipulação no perfil da gordura do leite, no sentido de aumentar a concentração de substâncias hipocolesterolêmicas e anticarcinogênicas como é o caso do ácido linoléico conjugado, tem levado a pesquisa a procurar fontes e níveis de suplementação com gorduras com o objetivo de modificar determinados componentes do leite. No mesmo sentido, a moderna tendência em nutrição humana da procura por produtos com baixo teor de gordura, tem despertado o interesse dos nutricionistas sobre a possibilidade de utilizar em mais larga escala técnicas de manejo alimentar que causem inibição parcial da síntese de gordura láctea na glândula mamária, sem prejudicar a saúde dos animais. Tal situação, além de proporcionar produção de leite com menor teor de gordura, permitiria que o animal utilizasse esse excedente de energia para outras funções, como a redução da severidade do balanço energético negativo com o retorno à atividade reprodutiva mais rapidamente e, ainda, para síntese de maior quantidade de leite.

Várias fontes de gordura podem ser utilizadas para a suplementação de vacas leiteiras e sua utilização está principalmente relacionada ao fornecimento de grandes quantidades de energia para a síntese de leite, oportunizando a economia de outros nutrientes (como a glicose, por exemplo), permitindo, então, ao animal uma recuperação mais rápida para atividades como a reprodução.

As gorduras têm potencial para melhorar a eficiência de utilização da energia, em razão dos ácidos graxos pré-formados de origem dietética serem incorporados diretamente na gordura do leite, sem a perda de calor associada à síntese de ácidos graxos, poupando energia para outras funções produtivas da glândula mamária.

Fontes lipídicas disponíveis regionalmente devem ser pesquisadas em substituição àquelas tradicionalmente utilizadas, com o objetivo de disponibilizar

outras alternativas para a suplementação, observando sua eficiência e aspectos econômicos.

Ingredientes como farelo de arroz integral e o óleo de arroz não refinado, que possuem boa disponibilidade regional, devem ser considerados como alternativas, principalmente quando o uso de grãos como a soja, canola e caroço de algodão, além das gorduras protegidas, sejam limitados pelo seu custo elevado, e o sebo bovino possua restrições de ordem sanitária para sua utilização.

Este trabalho procurou determinar níveis ótimos de utilização da gordura de arroz, suplementada na forma de farelo de arroz integral e óleo de arroz não refinado para vacas de alta produção no início da lactação, visando a contemplar tanto a saúde animal quanto a qualidade do leite produzido em função da suplementação, bem como verificar a viabilidade econômica da utilização deste tipo de gordura em dietas para vacas leiteiras de alta produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Considerações gerais

2.1.1 A cultura do arroz no RS

No Rio Grande do Sul a produção e industrialização do arroz assumem papel de destaque na economia do Estado. A área ocupada com a cultura do arroz no Estado situa-se em torno de 900.000 ha a cada ano, como média dos últimos 10 anos, sendo que na safra 2003/2004 foram cultivados 1.043.623 ha do cereal no Rio Grande do Sul, atingindo-se valores de 6.310.022 toneladas colhidas nesta mesma safra. O rendimento por área cultivada tem sido, como média dos últimos 10 anos, em torno de 5.000 kg/ha, chegando a 6.110 kg/ha na safra 2003/2004 (IRGA, 2005b).

A indústria de beneficiamento do arroz processou na safra 2002/2003 cerca de 3.449.933 toneladas do cereal, em 683 engenhos em atividade, distribuídos por todo o Estado do Rio Grande do Sul. Levando-se em consideração que o rendimento em farelo de arroz integral situa-se em torno de 8% em relação à quantidade de arroz beneficiado, estima-se uma produção de farelo de arroz integral naquele mesmo ano da ordem de aproximadamente 276.000 toneladas (IRGA, 2005a). O farelo integral de arroz é utilizado apenas em parte para a extração do óleo, enquanto outra parte é utilizada para a alimentação animal, com algumas restrições pelo seu elevado teor de gordura bruta, que pode chegar a 22%.

A gordura do arroz enquadra-se entre aquelas com elevado grau de insaturação, o que tem sido considerado como um ponto positivo para a alimentação humana, uma vez que vários trabalhos têm evidenciado os benefícios à saúde advindos do consumo desse tipo de gordura (Parodi, 1999). Nörnberg et al. (2004) comentam que cerca de 75% da gordura do arroz é

composta por ácidos graxos C18:1, C18:2 e C18:3, o que a qualifica como altamente insaturada.

Segundo Nörnberg et al. (2004), o farelo de arroz integral pode ser utilizado como fonte de gordura em níveis até 6,0% de extrato etéreo em dietas para vacas leiteiras de alto mérito genético no início da lactação sem comprometer a digestibilidade, tanto da fração lipídica da dieta, quanto da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos, em comparação à gordura ruminalmente inerte.

Conforme Griinari et al. (2004), a tendência do mercado de leite é não só a de redução dos teores de gordura, mas também da manipulação dessa gordura no sentido de aumentar a presença dos ácidos graxos considerados mais saudáveis, como os monoinsaturados e os linoléico-conjugados (CLA). Para isso, é possível manipular o teor de gordura do leite por intermédio da alimentação do animal, reduzindo o seu teor de gordura. Dessa forma pode-se produzir leite de melhor qualidade no que diz respeito ao efeito do consumo sobre a saúde do consumidor, em uma época que estão em voga os alimentos funcionais, além do fato de que, com a suplementação lipídica e a redução do teor de gordura do leite, é possível aumentar a eficiência da produção leiteira (López, 2001).

2.1.2 A suplementação lipídica para vacas leiteiras

A evolução genética dos rebanhos leiteiros e das técnicas de manejo, ao longo dos anos, tem propiciado o aparecimento de situações onde os animais exibem elevada produção (Coppock & Wilks, 1991). Em muitas circunstâncias, o elevado potencial de produção leiteira dos animais não é totalmente expresso, ou quando é, compromete atividades como a reprodução, por exemplo, principalmente devido às limitações existentes na capacidade de o animal ingerir a quantidade necessária de energia proporcionalmente à elevada demanda (Elliott et al., 1993; Vazquez-Añon et al., 1997).

Segundo Coppock & Wilks (1991), a principal limitação tratando-se de animais de elevado mérito genético é a diferença entre a demanda de nutrientes para a produção leiteira e a capacidade ingestiva do animal, o que faz com que seja necessária a utilização das reservas corporais. Com exceção daqueles que fornecem energia, os outros nutrientes, que possuem menor demanda, podem ser supridos pelas reservas corporais sem serem limitantes à produção, sendo o balanço energético negativo talvez o principal ponto a ser abordado pelos nutricionistas.

As gorduras têm sido utilizadas na alimentação animal, com destaque nas últimas duas décadas, visando elevar a densidade energética das dietas (Grummer, 1995) e modificar o perfil da gordura do leite (Griinari et al., 2004; Onetti & Grummer, 2004). A utilização de fontes de gordura na dieta de vacas leiteiras apresenta-se como uma alternativa interessante para a alimentação de vacas de alta produção, principalmente no início da lactação, que é uma fase onde o animal tem alta demanda de energia associada à capacidade restrita de ingestão de alimentos (NRC, 2001).

A modificação do perfil da gordura do leite e a redução do seu teor, o que é uma tendência contemporânea frente às novas exigências dos consumidores, pode ser interessante do ponto de vista produtivo, visto que a síntese de gordura do leite demanda quantidade expressiva de energia e essa energia, caso não fosse utilizada para a síntese de gordura do leite, poderia ser utilizada pelo animal para produção de maior quantidade de leite ou mesmo para outras funções como a reprodução (Nörnberg et al., 2004).

A suplementação lipídica apresenta vantagens principalmente devido à gordura possuir cerca de 2,25 vezes mais energia por unidade de massa do que os carboidratos, além de, segundo Coppock & Wilks (1991), os ácidos graxos de cadeia longa (C16 a C22) serem utilizados com maior eficiência pelo animal. Isso porque a transferência direta de ácidos graxos da dieta para os tecidos e/ou produtos animais pode ocorrer com menor perda energética promovendo

economia de alguns passos metabólicos da conversão. Em relação aos carboidratos, por exemplo, sua conversão a ácidos graxos voláteis (AGV) e destes até ácidos graxos de cadeia mais longa tem em cada etapa uma perda de energia nas reações químicas (Grummer, 1995). Segundo Doreau et al. (1991), a produção de ATP a partir dos ácidos graxos de cadeia longa é cerca de 10% mais eficiente que a partir do acetato de origem ruminal. Outras vantagens da suplementação com gorduras seriam a menor pulverulência dos concentrados (Gallinger & Kessler, 1999) e, segundo Coppock & Wilks (1991), o aumento da densidade energética mantendo o consumo de fibra, maior produção de leite e menor risco de cetose, dependendo de como essas gorduras sejam metabolizadas.

Normalmente a digestibilidade dos lipídeos no intestino delgado dos ruminantes é de 80 a 90%. Durante o processo de absorção, após a hidrólise dos triglicerídeos, a maior parte dos ácidos graxos é reesterificada nos enterócitos para triglicerídeos, fosfolipídeos e ésteres de colesterol (Kozloski, 2002).

Nörnberg et al. (2003), trabalhando com dietas contendo farelo de arroz integral, associado a óleo de arroz ou sebo, constataram elevados níveis de digestibilidade aparente da gordura bruta, com valores que variaram em torno de 83%.

As gorduras podem alterar a fermentação ruminal, dependendo da fonte e quantidade suplementada, sendo que as insaturadas e ácidos graxos de cadeia curta apresentam maior efeito do que as gorduras saturadas e ácidos graxos de cadeia longa.

Os sais cálcicos de ácidos graxos tem mínimos efeitos sobre a fermentação ruminal (Valadares Filho, 2000). Segundo esse mesmo autor, quando se utiliza a suplementação lipídica, que é altamente benéfica para vacas lactantes, deve-se procurar fontes lipídicas de alta digestibilidade no intestino delgado para que seus efeitos benéficos possam ser maximizados.

Dietas para vacas de alta produção, em que o uso de concentrado tenha atingido o limite máximo, podem ser viabilizadas pelo uso de alimentos especiais, como aqueles ricos em gordura, por exemplo (Mühlbach, 2003). Ingredientes como sebo e gorduras vegetais, oriundas de sementes oleaginosas como a soja submetida à tostagem controlada, podem ser utilizados com vantagens na alimentação de vacas de alta produção em função de seu preço e disponibilidade no mercado (Carvalho & Mühlbach, 2002).

2.2 Efeitos da utilização de gordura na alimentação animal

Nos últimos anos, as pesquisas vêm sendo direcionadas no sentido da manipulação da gordura do leite, não só enfatizando a redução dos seus teores, mas também procurando alterar o perfil de ácidos graxos, aumentando a presença de ácidos graxos insaturados visando a saúde do consumidor, tanto pela redução do consumo de gordura, quanto pela possibilidade do aumento da presença, na gordura do leite, de ácidos graxos considerados hipocolesterolêmicos e anticarcinogênicos como o ácido linoléico conjugado (Lin et al., 1995; Parodi, 1999; Valadares Filho, 2000; Hayashi, 2003).

É possível reduzir a concentração de gordura no leite por intermédio da manipulação da dieta, mas quando isso ocorre pela redução do teor de fibra da dieta e/ou pelo aumento de componentes rapidamente fermentáveis, pode haver comprometimento da saúde animal, gerando distúrbios como acidose, por exemplo. No entanto, quando se utiliza a suplementação lipídica é possível atingir o mesmo objetivo sem comprometer a saúde animal e ainda, em função da gordura utilizada, produzir modificações do perfil da gordura do leite (Stegeman et al., 1992; Hayashi, 2003). Entretanto, o excesso de lipídeos na dieta de ruminantes, principalmente aqueles com alto teor de ácidos graxos insaturados, pode inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal. Essa inibição pode ocorrer em função da formação de uma camada gordurosa em torno das partículas de fibra, o que dificulta a aderência e o processo digestivo das

bactérias, ou, ainda, devido a um efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre as células bacterianas (Van Soest, 1994).

O ácido linoléico conjugado (CLA), denominação que se refere a uma mistura de isômeros geométricos e de posição do ácido linoléico (C18:2), formados durante o processo de bio-hidrogenação no rúmen, ocorre em níveis baixos na gordura do leite (menos de 1% do total de ácidos graxos). No processo de bio-hidrogenação ruminal do ácido linoléico formam-se inicialmente o cis-9, trans-11 C18:2 e o trans-10, cis-12 C18:2 (CLA) e posteriormente o trans-10 e trans-11 C18:1 e finalmente o C18:0, que é o ácido esteárico, se o processo de bio-hidrogenação for completo. Em algumas situações o processo pode não ocorrer de forma completa, permitindo a passagem dos CLA para o omaso (Valadares Filho, 2000). Segundo Allen (2000), o elevado consumo de matéria seca, que proporciona maior taxa de passagem do alimento em vacas leiteiras, pode contribuir para o aumento da presença dos CLA no leite.

2.3 Bio-hidrogenação das gorduras no rúmen

Em dietas normalmente consumidas por ruminantes há predominância de ácidos graxos insaturados, na forma de ésteres de glicerol. Este tipo de ácidos graxos representa cerca de 80% do aporte total de ácidos graxos ao rúmen, mas somente 25% dos que atingem o intestino delgado são deste tipo, uma vez que sofrem a bio-hidrogenação pelos microrganismos ruminais (Kozloski, 2002). Este processo, que ocorre naturalmente no rúmen, e que está envolvido na diferença entre a composição da gordura ingerida e aquela depositada nos tecidos ou incluída na gordura do leite, é realizado pelos microrganismos do rúmen. Em condições normais, as bactérias ruminais são capazes de promover a saturação dos ácidos graxos insaturados presentes na dieta até quase a sua totalidade, mas isso diminui à medida que aumenta o nível de inclusão desses ácidos (Allen, 2000). Bateman & Jenkins (1998) relatam que a bio-hidrogenação foi da ordem de 75% quando foi suplementado óleo de soja na proporção de 8% da dieta.

Segundo Allen (2000), outros fatores, como a forma física da gordura suplementada também afetam a extensão da bio-hidrogenação. Este autor afirma que a bio-hidrogenação foi responsável, mais do que o grau de saturação da fonte suplementada, pela quantidade de gordura saturada chegando ao duodeno, o que poderia confirmar a hipótese proposta por Drackley et al. (1992) de que o consumo pode ser afetado pela quantidade de gordura insaturada atingindo o duodeno, o que depende da quantidade suplementada em associação ao grau de insaturação. No trabalho de Coppock & Wilks (1991), os autores afirmam que o nível de consumo de matéria seca também é responsável pela reatividade da gordura livre no rúmen, sendo que animais consumindo 4% ou mais de matéria seca em relação ao peso vivo, em razão da maior taxa de passagem e menor tempo de permanência das gorduras no rúmen, estas chegariam mais intactas ao intestino delgado.

2.4 Efeitos da gordura suplementar sobre o consumo voluntário de alimentos

Os efeitos da suplementação de gorduras principalmente sobre o consumo de alimentos têm sido bastante variáveis, provavelmente em função de fatores como estágio da lactação, nível de consumo, fonte de gordura utilizada, grau de processamento, nível de inclusão do suplemento e interação entre ingredientes da dieta (Palmquist & Jenkins, 1980; Allen, 2000). Uma vez que o animal se alimenta visando saciar sua demanda energética, quando o efeito de preenchimento do rúmen não limita o consumo a ingestão de dietas com elevados teores de gordura podem fazer com que o mesmo preencha tal demanda ingerindo uma quantidade menor de alimento (Gagliostro & Chilliard, 1991). Entretanto, essa redução na ingestão de alimentos pode estar associada a fatores hormonais, sobrecarga hepática e interações com outros componentes da dieta (Allen, 2000; NRC, 2001).

Uma teoria sobre o controle da ingestão de alimentos, segundo Berto & Prates (1999), considera que os animais procuram, em geral, maximizar a taxa de ingestão visando atingir o potencial genético. Isso ocorre quando a qualidade alimentar, as condições do meio e do animal forem ideais, uma vez que há inúmeros fatores envolvidos, como palatabilidade, proporção entre os nutrientes, concentração e digestibilidade dos nutrientes, temperatura e fotoperíodo, entre outros.

O uso de gorduras na alimentação de ruminantes, apesar de apresentar diversas vantagens, também apresenta fatores que podem ser limitantes ao seu uso. Assim, segundo autores como Onetti & Grummer (2004), as vantagens da suplementação lipídica podem ser perdidas se houver redução do consumo voluntário, o que muitas vezes está associado ao uso das gorduras (Choi & Palmquist, 1996).

Uma situação que pode ocorrer quando as gorduras são utilizadas em altos níveis de suplementação, segundo vários autores (Palmquist & Jenkins, 1980; Coppock & Wilks, 1991; Drackley et al., 1998; Allen, 2000), é a redução do consumo de matéria seca sem o aumento esperado do consumo de energia. Além disso, a suplementação lipídica por longos períodos ou mesmo por curtos períodos quando suplementada em grandes quantidades, pode levar as vacas leiteiras a um aumento da concentração sérica de ácidos graxos não esterificados (NEFA), o que sobrecarrega o fígado e pode levar à ocorrência de lipidose hepática (Grummer & Carrol, 1991; Vazquez-Añon et al., 1997).

Vários autores têm recomendado, em função dos fatores limitantes, a utilização de gordura livre na dieta até em torno de 5 a 6% na MS (Rabello et al., 1996) principalmente devido aos efeitos negativos desta sobre a digestibilidade da fibra (Palmquist & Jenkins, 1980; Van Soest, 1994). Níveis maiores de suplementação têm sido recomendados com a utilização de grãos com alto teor de óleo, como o caroço de algodão e o grão de soja, que liberam de forma lenta a gordura no rúmen ou, então, com fontes de gordura que sejam inertes no rúmen,

como os sais cálcicos de ácidos graxos (Coppock & Wilks, 1991). Estes autores comentam que as dietas normalmente contêm cerca de 3% de gordura oriunda das forragens; outros 3% poderiam ser suplementados a partir de sementes oleaginosas e mais 3% com gorduras ruminalmente inertes.

Embora as gorduras insaturadas possam produzir distúrbios sobre o ambiente ruminal, o óleo contido em sementes, como a soja e o algodão, por ser liberado lentamente pode ser suplementado sem os mesmos distúrbios dos seus equivalentes na forma livre (Coppock & Wilks, 1991; Mühlbach et al., 2000). Fontes de gordura como o caroço de algodão e o grão tostado de soja podem ser utilizados até o nível de 12% da matéria seca da dieta sem causar diminuição do teor de gordura do leite devido à sua gordura ser liberada lentamente no ambiente ruminal. Gorduras saturadas, como o sebo bovino, poderiam ser suplementadas, aspergidas sobre o concentrado até o nível de 2% da matéria seca da dieta sem causar disfunções no rúmen. A utilização dessas fontes, entretanto, deve levar em consideração a disponibilidade regional e o custo de aquisição (Mühlbach, 2003). A suplementação lipídica, na prática, deve ser introduzida gradativamente de modo a não inibir o apetite da vaca, especialmente no período mais crítico que acontece no início da lactação (Mühlbach et al., 2000).

O potencial produtivo das vacas a serem suplementadas é um ponto importante a considerar, pois segundo Palmquist & Jenkins (1980), apenas vacas com elevado potencial produtivo têm apresentado resultados compensadores. As melhores respostas, segundo estes autores, têm sido verificadas em animais com potencial para produção acima de 7.000kg de leite/lactação. Vacas de baixo potencial produtivo parecem não apresentar resposta em produção de leite, mas na condição corporal, da mesma forma como parece acontecer com vacas após a primeira metade da lactação (Vazquez-Añon et al., 1997).

Para Mühlbach (2000), vacas leiteiras com produção acima de 10.000 kg/lactação demandam suplementação com alimentos mais energéticos, e os níveis normais de 3 a 4% de gordura bruta das dietas poderiam ser elevados até

cerca de 8% com o uso de gorduras vegetais e/ou animais e produtos especiais, como as gorduras ruminalmente inertes.

Entre os problemas que têm sido identificados, relacionados ao fornecimento de gordura estão, segundo Palmquist & Jenkins (1980), a redução da palatabilidade da dieta e diminuição da digestibilidade da fibra. Elliott et al. (1993) comentam que isso se deve provavelmente a um efeito inibidor das gorduras sobre as bactérias ruminais. Segundo Palmquist (1991) e Valadares Filho (2000), esse efeito é maior sobre as bactérias metanogênicas e celulolíticas, em níveis de gordura livre acima de 6% da MS. Malafaia et al. (1997) verificaram redução da produção de metano quando vacas leiteiras foram suplementadas com lipídeos. Também Palmquist (1991), Elliott et al. (1993) e Onetti & Grummer (2004) afirmam que a fermentação ruminal e a digestibilidade dos nutrientes pode ser prejudicada pela gordura, quando em quantidades elevadas na dieta. Entretanto, os efeitos são diversos dependendo da fonte de gordura utilizada e de outros fatores da dieta (Allen, 2000).

Uma das principais razões para a utilização de gordura suplementar, segundo Coppock & Wilks (1991), seria o aumento da densidade energética das dietas sem aumentar, ou até reduzindo o fornecimento de amido, com aumento no consumo de energia. Entretanto, isso só é verdadeiro se o consumo for mantido igual ou pouco alterado em relação às dietas sem gordura suplementar. A grande maioria das publicações envolvendo a utilização de gorduras na suplementação de vacas leiteiras destaca o fato de que a suplementação lipídica, embora aumente a concentração energética das dietas, em muitas situações pode provocar uma redução do consumo diário de energia pelos animais, dependendo de como essa gordura interfere sobre o consumo de matéria seca (Allen, 2000; López, 2001; Onetti & Grummer, 2004).

2.5 Mecanismos de ação das gorduras na redução do consumo voluntário de alimentos

Os mecanismos através dos quais a suplementação lipídica pode causar redução do consumo de matéria seca ainda não estão totalmente esclarecidos, mas estariam relacionados aos efeitos da gordura sobre a fermentação ruminal, motilidade intestinal, aceitação da dieta pelo animal, liberação de hormônios intestinais e oxidação hepática das gorduras ingeridas (Allen, 2000).

Segundo Allen (2000), uma resposta esperada à suplementação lipídica é um maior tempo de retenção da digesta no rúmen, o que é causado por fatores que levam à redução da taxa de degradação da fibra e, portanto, à redução da passagem, o que por conseqüência aumenta o efeito de preenchimento da dieta. Tal situação encontra bastante respaldo na literatura (Van Soest, 1994). Além disso, efeitos da gordura sobre o metabolismo intermediário também são descritos como fatores que deprimem o consumo (Choi et al., 2000; NRC, 2001).

A redução da digestibilidade da fibra, segundo Schauff & Clark (1992) e Van Soest (1994), estaria relacionada à incapacidade das bactérias ruminais de aderirem às partículas de alimento, condição essencial para a digestão microbiana do alimento por intermédio das enzimas extracelulares.

A ação de hormônios como a colecistoquinina (CCK), segundo Choi et al. (2000), que é secretada em maior quantidade em resposta à suplementação lipídica e está relacionada à secreção de insulina e polipeptídeo pancreático (PP), tem influência sobre o consumo. Choi & Palmquist (1996) encontraram correlação negativa entre a liberação de CCK e insulina, e correlação positiva entre CCK e PP em vacas leiteiras. Aqueles autores concluíram que a CCK é um potente inibidor do apetite e que a presença de gordura no trato gastrointestinal é um fator estimulante à sua secreção. Este hormônio poderia exercer dois tipos de ação: o primeiro diretamente sobre o centro nervoso do apetite e o segundo sobre a motilidade do trato gastrointestinal, o que aumentaria o efeito de distensão (Drackley et al., 1992; Reidelberger, 1994). Conforme Drackley et al. (1992), a

CCK agiria inibindo o esvaziamento gástrico, o que desencadearia outros fatores de inibição de consumo.

Segundo Allen (2000), a oxidação hepática das gorduras pode gerar sinais de saciedade. A suplementação lipídica aumenta a concentração sanguínea de ácidos graxos não esterificados, aumentando assim o seu aporte ao fígado e, em conseqüência, sua oxidação em vacas lactantes (Choi et al., 2000). Ainda segundo estes autores, os efeitos hipofágicos da oxidação hepática de ácidos graxos estariam relacionados à geração de equivalentes redutores ou mesmo de ATP. Segundo Heinrichs et al. (1982), os efeitos da gordura sobre a saciedade parecem ocorrer rapidamente em função dos fatores supra-citados, mas não se mantêm por muito tempo, uma vez que a suplementação lipídica reduziu o peso das refeições subseqüentes à primeira, mas produziu aumento na sua freqüência.

2.6 Tipos de gordura utilizadas na suplementação

Vários tipos de gordura estão disponíveis no mercado e sua utilização varia em função da disponibilidade regional e dos preços relativos a outras fontes energéticas, principalmente cereais (Gallinger & Kessler, 1999). Além disso, para ruminantes, é preciso considerar o modo como elas podem afetar o metabolismo ruminal (Van Soest, 1994).

Segundo autores como Pantoja et al. (1996), os efeitos negativos da gordura suplementar sobre o consumo de alimentos estão relacionados, entre outros fatores, ao tipo de gordura em questão, sendo que gorduras insaturadas tendem a deprimir mais o consumo do que as saturadas, provavelmente pela maior capacidade de dispersão dessas gorduras em nível ruminal (Firkins & Eastridge, 1994; Pantoja et al., 1994). Apesar disso, Grummer (1995) comenta que as gorduras mais saturadas, embora não sejam tão ativas no rúmen, são menos digestíveis em nível intestinal. Com relação à fonte de gordura utilizada,

tem sido observada uma maior redução do consumo quando os óleos são utilizados, do que por quantidade equivalente de gordura contida em sementes inteiras (Murphy et al., 1987), provavelmente pela menor quantidade de gordura livre no rúmen quando esta está contida em grãos (Coppock & Wilks, 1991).

As gorduras insaturadas, por serem mais hidrofílicas, tendem a se dispersar mais no rúmen, aumentando assim a película de gordura que se forma sobre as partículas do alimento, dificultando a adesão dos microrganismos ruminais (Van Soest, 1994; Grummer, 1995). Segundo este último autor, as gorduras que apresentam alto índice de iodo (índice que estima o grau de insaturação) são mais digestíveis em nível intestinal, devido principalmente ao seu caráter mais hidrofílico. Essa mesma característica faz com que essas gorduras sejam mais nocivas ao ambiente ruminal, pois sua capacidade inibidora da atividade microbiana naquele compartimento pode ser mais intensa. O processo de bio-hidrogenação, que promove a saturação das gorduras no rúmen, tem sua efetividade dependente de fatores da dieta, como nível de suplementação lipídica, tipo e efetividade do volumoso fornecido (Grummer, 1995). Elliott et al. (1996) relatam que o efeito negativo das gorduras sobre o consumo de alimentos é mais evidente quando aumenta o grau de insaturação. No mesmo sentido, um trabalho de Firkins & Eastridge (1994) mostra uma relação inversa entre consumo de matéria seca e grau de insaturação da gordura suplementada. Esses autores mencionam como possíveis causas a redução da digestão da fibra, que aumenta a distensão do rúmen-retículo, ou a regulação metabólica, pela maior absorção desse tipo de gordura em nível intestinal. Outros autores sugerem que as gorduras insaturadas uma vez atingindo o intestino delgado afetam a motilidade do trato gastrointestinal (Drackley et al., 1992; Choi et al., 2000).

2.7 Efeito hipofágico das gorduras: fatores associados

Vários fatores ligados à dieta e ao seu manejo, como modo e freqüência de fornecimento dos alimentos, além da concentração, forma física e qualidade da fibra presente na dieta (Jenkins et al., 1998; Onetti et al., 2002) também podem contribuir para o efeito hipofágico das gorduras (Palmquist & Jenkins, 1980; Wu et al., 1994; Adams et al., 1995; Onetti & Grummer, 2004). O grau de saturação da gordura (Pantoja et al., 1996), a capacidade de adsorção das gorduras pelo volumoso oferecido (Palmquist & Jenkins, 1980; Smith et al., 1993) e o nível de suplementação também podem contribuir para a incidência dos fatores que influenciam a redução de consumo em dietas com teor elevado de lipídeos, o que faz com que exista grande variabilidade de resultados na literatura (Allen, 2000).

Os fatores que influenciam os resultados da suplementação lipídica podem estar relacionados à atividade das gorduras no rúmen e à facilidade de manuseio e aceitação pelo animal. As características específicas das diferentes fontes de gordura que são responsáveis pelo modo como elas afetam o consumo não são ainda bem conhecidas. Segundo Grummer et al. (1991) e Grummer & Carroll (1991), possivelmente a natureza química dos suplementos, odor, forma física e interações com a dieta tenham influência na aceitação pelo animal, além do nível de suplementação. Por exemplo, a substituição de 25% ou 50% da silagem de milho por alfafa reduziu os efeitos negativos da suplementação com caroço de algodão e sebo (Smith et al., 1993). Segundo estes autores, os efeitos negativos da gordura sobre o consumo foram maiores em dietas com silagem de milho do que com feno de alfafa, refletindo a interação entre alimentos, em determinadas dietas. A redução da ingestão de matéria seca que pode ocorrer como efeito da suplementação lipídica, pode ou não ser acompanhada da redução da ingestão de energia, dependendo de fatores ligados ao tipo de gordura, suas características físicas e químicas (Allen, 2000), ou à sua digestibilidade, em função da quantidade suplementada.

2.8 Impacto das gorduras sobre o consumo dos demais nutrientes da dieta

Como conseqüência das alterações sobre o consumo de matéria seca, a suplementação lipídica tem impacto sobre o consumo de nutrientes, em função de como as dietas são compostas. Situações onde a gordura é incluída nas dietas como fonte de energia em substituição aos carboidratos, podem refletir-se em redução de substrato para a produção de proteína de origem microbiana, afetando não só a produção de leite como também sua composição (Coppock & Wilks, 1991; Allen, 2000; NRC, 2001).

Trabalhando com dois níveis de gordura cristalizada em diferentes relações forragem : concentrado, Jerred et al. (1990) encontraram efeito negativo da suplementação lipídica sobre o consumo de matéria seca. Essa redução no consumo provavelmente tenha sido responsável pelo menor consumo de proteína bruta e pela tendência de redução no consumo de FDN. Apesar da redução do consumo de matéria seca, houve grande aumento do consumo de extrato etéreo sem, contudo, ter havido aumento da ingestão diária de energia líquida de lactação.

As conseqüências da redução na ingestão de proteínas em animais lactantes aparecem marcadamente sobre a produção e composição do leite. A maioria das pesquisas menciona redução do teor protéico do leite em dietas com suplementação lipídica (Sniffen et al., 1992; Drackley et al., 1998; Onetti et al., 2002). As causas têm sido atribuídas principalmente a um efeito de diluição devido a uma maior produção leiteira (Rodriguez et al., 1997), a uma menor disponibilidade de carboidratos em nível ruminal, o que influencia a síntese de proteína microbiana (Allen, 2000; NRC, 2001), ou ainda, teoricamente, à maior oxidação hepática de aminoácidos, diminuindo a sua disponibilidade para a glândula mamária (Coppock & Wilks, 1991, Chilliard & Ottou, 1995).

2.9 Resposta produtiva à suplementação lipídica

2.9.1 Produção de leite e eficiência alimentar

O avanço genético no sentido de maior volume de produção de leite exerce efeitos sobre sua composição, mas estes efeitos são difíceis de manipular em curto prazo. Os fatores nutricionais são os que podem ser controlados, mas demandam conhecimento aprofundado, uma vez que afetam não só a fermentação no rúmen, como também o metabolismo geral do animal e, na glândula mamária, a secreção de leite (Mühlbach et al., 2000).

Nem sempre uma maior produção de leite tem ocorrido como resposta à suplementação lipídica. Várias situações podem ocorrer em que o consumo seja reduzido e o aumento da ingestão de energia não se efetive (López, 2001; Nörnberg, 2003).

Segundo Mattos (2004), a eficiência alimentar pode ser medida de várias formas. Uma das mais utilizadas é a relação entre o produto obtido e a quantidade de alimento ingerida. Tratando-se de vacas leiteiras, a quantidade de leite produzida em relação à quantidade de matéria seca ingerida reflete a eficiência com a qual o animal está transformando o alimento, dependendo ainda de fatores como estação do ano, fase da lactação, tipo e teor de volumoso na dieta e ingredientes que compõe o concentrado. Uma maior eficiência alimentar, como efeito da suplementação lipídica, pode ser atingida em muitos casos (Coppock & Wilks, 1991), visto que pode ocorrer tanto em função do aumento da produção de leite em um mesmo nível de consumo, quanto por um menor consumo, desde que a produção seja mantida, ou ainda, por ambos. Muitos trabalhos utilizando gordura na dieta de vacas em lactação têm relatado redução de consumo voluntário, com ausência de efeitos sobre a produção de leite ou ausência de efeitos sobre o consumo concomitante à elevação da resposta em produção de leite. Nas duas situações há melhoria da eficiência alimentar (Abel-Caines et al., 1997; Madison-Anderson et al., 1997). Uma das razões para o aumento da eficiência alimentar pode ser a redução da síntese de gordura do

leite, que ocorre em alguns casos pela suplementação lipídica e disponibiliza mais energia para a síntese de outros componentes do leite (Nörnberg et al., 2004).

Segundo Vargas et al. (2002), não foi encontrada diferença na produção de leite quando comparados dois níveis de extrato etéreo, utilizando grãos ou óleo de soja, em dietas de vacas leiteiras, embora o consumo de matéria seca tenha sido reduzido em 20%. Resultados semelhantes foram encontrados por Rabello et al. (1996).

Drackley et al. (1998) não encontraram efeito da suplementação com grãos de soja e gordura animal sobre a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura na segunda metade da lactação, mas houve efeito na primeira metade. Apesar disso, não foi verificado efeito dos tratamentos no consumo de matéria seca. Do mesmo modo, Pantoja et al. (1996) encontraram resultados semelhantes, ou seja, manutenção do consumo de matéria seca e aumento da produção de leite em função da suplementação lipídica.

Contrariamente, Rodriguez et al. (1997) encontraram como resultados da suplementação com sais cálcicos de ácidos graxos, redução do consumo de matéria seca para a raça Holandesa e para a raça Jersey, em dietas com zero e 2,7% de gordura adicional, respectivamente, ao mesmo tempo em que houve aumento da produção de leite para os animais das duas raças.

No trabalho de Onetti et al. (2002), os autores apontaram diferença significativa no consumo de matéria seca como resposta à adição de 2% de sebo na dieta de vacas leiteiras, sendo menor o consumo na dieta com adição de gordura. A produção de leite aumentou significativamente o que produziu um importante efeito sobre a eficiência alimentar que passou de 1,49 na dieta controle para 1,61 na dieta com adição de 2% de sebo bovino, em relação à dieta controle sem adição de sebo. Eifert et al. (2003) encontraram, como resposta à suplementação com óleo de soja, redução de consumo de matéria seca e de produção de leite, embora tenha havido aumento da eficiência alimentar quando a dieta passou de 2,84 para 6,14% de extrato etéreo.

Testando a adição de zero ou 2,5% de um produto comercial à base de gordura em dietas com alto e baixo teor de carboidratos não estruturais, Elliott et al. (1995) não encontraram efeito dos tratamentos sobre o consumo de matéria seca e a produção de leite apenas tendeu a aumentar em um primeiro experimento. Em um segundo experimento, utilizando animais fistulados, o mesmo padrão de resposta se repetiu.

Efeito da gordura suplementar sobre a produção de leite, mas não sobre o consumo de matéria seca foi observado por Madison-Anderson et al. (1997) para as dietas controle e com gordura suplementar. A eficiência alimentar foi de 1,31 e 1,43 kg de leite por kg de matéria seca ingerida, respectivamente.

Trabalhando com níveis crescentes de inclusão de grãos de canola na dieta de vacas leiteiras, Khorasani & Kennelly (1998) não constataram efeito à medida que aumentou a inclusão de canola, sobre o consumo de matéria seca, do mesmo modo que sobre a produção de leite, o que se traduziu em valores bastante próximos para eficiência alimentar.

Trabalhando com adição de gordura na ordem de 3% da matéria seca com diferentes proporções entre sebo e óleo de peixe, Jones et al. (2000) encontraram diferenças no perfil de ácidos graxos da gordura do leite, mas os tratamentos não influenciaram o consumo de matéria seca nem a produção de leite.

Em outro trabalho, Abel-Caines et al. (1997) compararam fontes de gordura em dietas contendo níveis em torno de 5,8% de extrato etéreo e 30% de FDN, não encontrando diferença no consumo de matéria seca; entretanto, encontraram diferença na produção de leite o que confirma a diversidade de resultados possíveis com a suplementação lipídica.

2.9.2 Proteína do leite

Um aspecto a ser considerado quanto à suplementação lipídica para vacas em lactação é a observação que existe, segundo a literatura, da redução do teor protéico do leite, principalmente da fração de caseína, devido ao menor aporte de proteína microbiana para sua síntese (Coppock & Wilks, 1991; Sniffen et al., 1992). Além disso, outros autores como Chilliard & Ottou (1995), comentam que a suplementação lipídica reduziria a produção de propionato no rúmen, o que poderia afetar negativamente a glicemia pela redução da gliconeogênese. Dessa forma, a gliconeogênese teria que ser compensada com uma maior utilização de aminoácidos e isso reduziria o seu aporte para a glândula mamária (Khorasani & Kennelly, 1998). Segundo Coppock & Wilks (1991), a inclusão de lisina e metionina protegidas da ação dos microrganismos ruminais evitou a redução do teor de proteína do leite em situações onde foi utilizada gordura suplementar.

Segundo Coppock & Wilks (1991), não sempre, mas com freqüência, a suplementação lipídica afeta a porcentagem de N caseínico do leite, havendo quatro causas para isso: a) redução da síntese de proteína microbiana; b) restrição na disponibilidade de glicose; c) resistência à insulina pelas células da glândula mamária, o que prejudica o transporte de aminoácidos para a síntese de proteína do leite e d) a redução da secreção de somatotropina pela hipófise anterior, o que reduziria a captação de aminoácidos pela glândula mamária.

A redução do teor protéico do leite é bastante citada em trabalhos que envolvem a suplementação lipídica (Erickson et al., 1992; Kim et al., 1993; Pantoja et al., 1994; Maiga et al., 1995). Este resultado, que segundo Drackley et al. (1998), é bastante comum quando gordura é suplementada, poderia ser conseqüência de uma redução da disponibilidade de carboidratos para a síntese de proteína microbiana (Allen, 2000; NRC, 2001).

Apesar dos trabalhos relatarem maior eficiência microbiana com a adição de gorduras, possivelmente devido à redução da população de protozoários ciliados (Malafaia et al., 1996; Valadares Filho, 2000), tem sido mencionado que ao adicioná-las, em razão da redução na digestibilidade ruminal

da matéria orgânica, diminui o aporte total de aminoácidos ao intestino, o que pode contribuir para a menor produção de proteína do leite (Hermansen, 1989; Doreau et al., 1991; Gagliostro & Chilliard, 1991).

Segundo Cant et al. (1993), citados por Pantoja et al. (1996), a redução da porcentagem de proteína no leite de vacas suplementadas com gordura pode ser atribuída a um aumento da eficiência de utilização da energia, o que poderia estar relacionado a um efeito de diluição. Para Wu & Huber (1994) a redução de consumo de matéria seca, que normalmente acompanha a suplementação lipídica, concomitante à redução do aporte de aminoácidos críticos para a síntese de leite na glândula mamária, é responsável pelo teor reduzido de proteína no leite de animais suplementados.

Em um trabalho de Rodriguez et al. (1997), foi verificado efeito da gordura suplementar sobre o teor de proteína do leite, mas não sobre sua produção diária. Um trabalho de Wu & Huber (1994), que revisaram amplamente os efeitos da suplementação lipídica sobre a proteína do leite, constata em muitos casos a redução do teor protéico do leite, sem alterações ou com leve aumento da produção diária de proteína, o que está em concordância com Mühlbach et al. (2000), que citam que a redução do teor protéico do leite pode não significar redução da quantidade produzida diariamente de proteína, dependendo da resposta em quantidade de leite. Nörnberg (2003) encontrou teor protéico reduzido no leite de animais suplementados com gordura; entretanto, a produção diária de proteína aumentou, ainda que o aumento não tenha sido estatisticamente significativo, como conseqüência de um aumento na produção de leite.

Trabalhando com gorduras variando em grau de saturação, Pantoja et al. (1996) não encontraram diferença no teor protéico do leite comparando os tratamentos com gordura em relação ao controle; entretanto, houve efeito linear do grau de saturação das gorduras utilizadas em relação ao teor de proteína do leite. Em relação à produção de componentes do leite, Jerred et al. (1990) não

encontraram efeito sobre o teor de proteína do leite para os tratamentos com zero e 5% de gordura adicional.

Madison-Anderson et al. (1997), verificaram efeito da gordura suplementar sobre a proteína do leite em dietas com 2,6 e 5,5% de extrato etéreo. No trabalho de Drackley et al. (1998) o teor de proteína do leite também sofreu influência da suplementação lipídica na primeira metade da lactação, assim como na segunda metade da lactação. No mesmo sentido, Elliott et al. (1995) testaram a adição de zero ou 2,5% de gordura em dietas com alto e baixo teor de carboidratos não estruturais. Em relação ao teor de proteína do leite houve redução no primeiro experimento. Os resultados se repetiram no segundo experimento, ocorrendo redução significativa no teor de proteína do leite.

Eifert et al. (2003) não encontraram efeito da suplementação com óleo de soja, em dietas com dois níveis de extrato etéreo, para teor de proteína do leite. Do mesmo modo, Onetti et al. (2002) não encontraram diferença significativa no efeito da gordura sobre o teor de proteína do leite, embora os dados tenham se mostrado numericamente inferiores (3,31 vs 3,27%; NS) para dietas com 0 e 2% de gordura adicional.

Testando a suplementação com sebo, gordura protegida e grãos de soja para vacas da raça Jersey, López (2001) não encontrou diferença no teor protéico do leite entre as dietas com gordura suplementar entre si e tampouco em relação à dieta controle, sem gordura suplementar. A produção diária de proteína do leite também não foi afetada pelos tratamentos.

A composição do leite não foi afetada pela inclusão de gordura de soja na forma de grãos ou óleo em dieta de vacas leiteiras, conforme experimento de Vargas et al. (2002). O teor de proteína do leite foi de 3,02% e o de gordura de 3,64%. Em outro trabalho, de Rabello et al. (1996), também não foi verificado efeito da suplementação lipídica sobre a composição do leite.

Onetti et al. (2002), testando os efeitos da adição de zero ou 2% de sebo em dietas com diferentes proporções de silagem de milho e alfafa, não verificaram efeito da adição de gordura na dieta sobre o teor de proteína do leite.

2.9.3 Gordura do leite

A gordura do leite é formada a partir dos ácidos acético e butírico, originados na fermentação ruminal, e de ácidos graxos com mais de 16 carbonos absorvidos no intestino ou mobilizados das reservas corporais. As alterações do teor de gordura do leite podem informar sobre a fermentação do rúmen, as condições de saúde da vaca e o funcionamento do manejo alimentar (Mühlbach et al., 2000).

A glândula mamária dispõe para a síntese de gordura do leite, a lipomobilização dos ácidos graxos da dieta, ácidos graxos voláteis, corpos cetônicos e ácidos graxos de síntese bacteriana. Devido a esta ampla diversidade têm sido descritos mais de 400 ácidos graxos diferentes presentes no leite (Palmquist, 1991).

Quase a totalidade dos ácidos graxos de C4:0 a C14:0 e cerca da metade de C16:0 do leite, derivam da síntese "*de novo*" na glândula mamária, sendo o restante captado dos lipídeos sanguíneos. Outra importante propriedade da glândula mamária como também do intestino delgado é converter ácidos graxos saturados em mono-insaturados, contribuindo provavelmente para assegurar a fluidez normal ao leite (Grummer et al., 1991).

As gorduras, quando suplementadas para vacas em lactação, provocam modificações na composição do leite em maior ou menor grau (Palmquist & Jenkins, 1980). O efeito sobre a composição e a percentagem de gordura do leite é variável dependendo da fonte e do nível empregado.

As gorduras saturadas produzem melhores resultados do que as insaturadas com relação à produção de gordura do leite, principalmente quando

são incluídas em altos níveis na dieta, por interferirem menos no metabolismo ruminal (Chalupa et al., 1984). O trabalho de Schingoethe & Casper (1991) confirma o anterior, pois foi observado que na utilização do grão de soja (insaturado) a percentagem de gordura foi diminuída em relação ao controle.

Em relação ao teor de gordura do leite, a suplementação lipídica pode produzir vários tipos de resultados. Por exemplo, a suplementação com gorduras protegidas pode ter como efeito o aumento do teor de gordura do leite, uma vez que aumenta o aporte à glândula mamária de ácidos graxos de cadeia longa, desde que não produzam alterações sobre o ambiente ruminal (Palmquist & Jenkins, 1980). As fontes naturais de gordura podem, dependendo principalmente do grau de saturação e do nível de suplementação, determinar a redução do teor de gordura do leite pelos distúrbios que podem causar à fermentação ruminal (Bauman & Griinari, 2001).

Segundo Onetti & Grummer (2004), o nível de suplementação, perfil da gordura fornecida e interação com ingredientes da dieta basal, estão entre os fatores que influenciam os resultados do uso de gorduras na alimentação de vacas leiteiras. Segundo estes autores, a identificação das possíveis interações é fundamental para predizer a resposta animal à inclusão de gordura nas dietas.

Em um trabalho de Drackley et al. (1998), utilizando uma mistura de grãos de soja e gordura animal líquida, o teor de gordura do leite apenas tendeu a diminuir na primeira metade da lactação, em dietas com teores de ácidos graxos de 2,75 e 6,04%, enquanto não ocorreu diferença na segunda metade da lactação.

Trabalhando com vacas Jersey, testando a adição de zero ou 2,5% de gordura em dietas com teor alto ou baixo de carboidratos não estruturais, Elliott et al. (1995) não encontraram diferença para o teor de gordura do leite. Os resultados se repetiram em um segundo experimento com animais fistulados.

No trabalho de Madison-Anderson et al. (1997), envolvendo a utilização de gordura, trabalhando com níveis de 2,6 e 5,5% de extrato etéreo, não foi verificado efeito da gordura suplementar sobre o teor de gordura do leite.

Contrariamente, Eifert et al. (2003) encontraram efeito da suplementação com óleo de soja sobre o teor de gordura do leite trabalhando com dietas com 2,84 e 6,14% de extrato etéreo.

No trabalho de Onetti et al. (2002), que testou a adição de zero ou 2% de sebo em dietas com diferentes proporções entre silagem de milho e alfafa, os autores encontraram efeito da adição de gordura na dieta sobre o teor de gordura do leite, com valores de 3,20 e 2,94%.

Em um outro experimento, Pantoja et al. (1996), testando a influência da inclusão de gorduras (zero e 5% de sebo) variando em grau de saturação, na dieta de vacas leiteiras, encontraram efeito linear do grau de saturação das gorduras sobre o teor de gordura do leite para tratamentos com índice de iodo de 45, 35, 26 e 16, respectivamente, mas não encontraram diferenças quando foram comparados os tratamentos com gordura em relação ao grupo controle sem gordura adicional.

2.9.4 Lactose do leite

A concentração de lactose do leite varia pouco principalmente pelo fato de sofrer pouca influência da alimentação, com teores um pouco menores no início e no final da lactação e é considerada como o marca-passo da síntese do leite, por ser, junto com o potássio, o principal componente osmótico do leite (Mühlbach et al., 2000).

Segundo Madison-Anderson et al. (1997) pequenas diferenças que ocorrem no teor de lactose, independentemente do tipo de suplementação, podem produzir diferença estatística, pois o coeficiente de variação é normalmente baixo. Entretanto, podem ser difíceis de explicar em função do

número de causas possíveis e da interação entre elas. Estes autores, trabalhando com dietas que variaram entre 2,6 e 5,5% de extrato etéreo, verificaram aumento nos valores para teor de lactose entre as dietas controle e com gordura suplementar.

No trabalho de Vargas et al. (2002), que utilizaram gordura de soja, em níveis de 3,0 e 7,0% de extrato etéreo, na forma de grão ou óleo, não foi verificado efeito das gorduras sobre o teor de lactose do leite.

Comparando fontes de gordura (caroço de algodão vs. grãos de soja) em dietas com 5,8% de extrato etéreo, Abel-Caines et al. (1997) encontraram teores de lactose de 4,93 e 4,95%, sem que esses valores, altos em relação aos valores de referência da literatura (Mühlbach et al., 2000), tivessem sido relacionados diretamente com as dietas utilizadas, o que reforça a teoria de Madison-Anderson et al. (1997).

Os efeitos da suplementação lipídica sobre o teor de lactose do leite são variáveis e podem ocorrer, entre outros fatores, devido a uma possível redução da síntese ruminal de propionato, que causaria redução do aporte de glicose para a síntese de lactose na glândula mamária. Trabalhos, como o de Rodriguez et al. (1997), demonstraram efeito da gordura dietética sobre a produção diária de lactose encontrando valores de 1,63 vs. 1,72 kg/dia para a raça Holandesa e 1,11 vs. 1,22 kg/dia para a Jersey, como reflexo do aumento da produção de leite, uma vez que sobre sua porcentagem o efeito apareceu apenas para animais da raça Jersey e não para os da raça Holandesa.

2.10 Parâmetros sanguíneos

2.10.1 Glicose

Segundo alguns autores, o fornecimento de gorduras pode resultar em menor utilização de glicose para algumas funções metabólicas, que poderiam ser supridas por ácidos graxos oriundos da dieta, elevando dessa forma a glicemia

(Jenkins & Jenny, 1989; Elliott et al., 1993). Por outro lado, a suplementação lipídica, por interferir na fermentação ruminal, reduziria a produção de propionato, o que poderia afetar negativamente a glicemia, caso esta não seja plenamente compensada pelo possível aumento da oxidação hepática de aminoácidos (Chilliard & Ottou, 1995).

Alguns autores têm relatado efeitos da suplementação lipídica sobre o aumento da glicemia, sendo que esse efeito poderia ser devido à menor utilização de glicose em funções que podem ser supridas por lipídeos ou, ainda, devido à incapacidade da insulina estimular a captação e utilização de glicose pelos tecidos (Palmquist & Jenkins, 1980).

Os resultados são controversos e Elliott et al. (1993) atribuem essa situação ao tipo de gordura utilizada, que pode produzir efeitos maiores ou menores sobre a concentração de hormônios e/ou metabólitos sanguíneos, dependendo de fatores como grau de saturação, forma física, tipo de proteção e nível de inclusão na dieta. Estes autores encontraram valores de 72,9 e 73,05 mg/dL para dietas com zero e 2,5% de gordura adicional, uma diferença não significativa ($P>0,05$).

Em um trabalho que testou o efeito de gordura suplementar em vacas leiteiras durante uma lactação completa, Drackley et al. (1998) encontraram apenas tendência de efeito da gordura sobre a concentração sérica de glicose.

Testando o efeito de níveis crescentes de grãos de canola sobre o perfil metabólico de vacas leiteiras, Khorasani & Kennelly (1998) verificaram diferenças significativas seguindo uma tendência cúbica nos níveis sanguíneos de glicose à medida que aumentou o teor de gordura na gordura na dieta; entretanto, as médias, que variaram entre 69,4 e 76,3 mg/dL, estiveram próximas entre si e aos valores de referência da literatura (Kaneco, 1997).

Algumas das funções nas quais a glicose seria poupada em dietas com suplementação lipídica poderiam estar relacionadas à redução da oxidação

de glicose para produzir NADPH necessário à síntese “de novo” de ácidos graxos e à própria produção de ATP, que poderia ser mantida pela oxidação de ácidos graxos da dieta. Além disso, a redução da secreção de insulina ou até mesmo a insensibilidade à insulina, como resposta à suplementação lipídica, seriam alguns dos mecanismos envolvidos na manutenção ou aumento da glicemia durante a suplementação lipídica (Bauman & Griinari, 2001; Griinari et al., 2004).

Embora exista grande diversidade de resultados na literatura, a amplitude dos valores de referência para a glicemia em bovinos é bastante elevada, o que cria uma dificuldade para conclusões sobre os possíveis efeitos de tratamentos em relação a este metabólito.

2.10.2 Colesterol

Efeitos da suplementação lipídica sobre a concentração plasmática de colesterol têm sido citados (Jenkins & Jenny, 1989; Elliott et al., 1993). Esse efeito tem sido atribuído a uma maior demanda de colesterol para digestão, absorção e transporte de lipídeos (Schauff et al., 1992; Drackley & Elliott, 1993). Um aumento na colesterolemia tem sido relatado como positivo para o retorno precoce da atividade reprodutiva em vacas no pós-parto, uma vez que o colesterol é precursor dos hormônios esteróides (Robinson et al., 2002).

Trabalhos como os de Schauff & Clark (1992), Drackley & Elliott (1993), Nörnberg (2003) e López et al. (2004) demonstraram uma correlação positiva da suplementação lipídica com os níveis séricos de colesterol, o que, segundo os autores se justifica pela maior demanda de quilomícrons e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) utilizados para o transporte de ácidos graxos de cadeia longa na circulação portal, e a uma redução da excreção fecal de ácidos biliares (Nestel et al., 1978; Elliott et al., 1993).

Trabalhando com níveis crescentes de grãos de canola na dieta de vacas leiteiras, Khorasani & Kennelly (1998) encontraram tendência de efeito

quadrático da suplementação lipídica sobre a concentração sérica de colesterol, atingindo 260,3 mg/dL na dieta contendo 5,13% de extrato etéreo.

Um aspecto negativo do aumento do colesterol sérico poderia ser a influência sobre a sua concentração no leite, o que parece não ocorrer, uma vez que segundo Rafalowski & Park (1982) o colesterol do leite está mais relacionado à sua concentração na membrana das células da glândula mamária do que propriamente ao seu nível sérico. Outros trabalhos que investigaram a relação entre o colesterol do sangue e sua concentração na carne e no leite não encontraram, assim como Rafalowski & Park (1982), uma relação direta, confirmando aqueles resultados (Bitman et al., 1973; Macleod et al., 1977; Sharma et al., 1978).

2.10.3 Triglicerídeos

Em função da suplementação lipídica é normal um aumento da concentração sérica de triglicerídeos pela maior absorção intestinal de gorduras (Jenkins & Jenny, 1989; López et al., (2004). Apesar disso, os resultados são variáveis, visto que apesar de alguns trabalhos mostrarem efeito da suplementação lipídica sobre este metabólito, outros trabalhos demonstram ausência de resultados (Vasquez-Añon et al., 1997; Bermudes, 1999). A ausência de efeito nos níveis sanguíneos de triglicerídeos em função da inclusão de gordura na dieta pode estar provavelmente relacionada à sua elevada mobilidade no sangue (Gagliostro & Chilliard, 1992b, citados por López, 2001). Os valores médios considerados normais são de 0 a 14 mg/dL, segundo Kaneco (1997). Trabalhando com gordura, López (2001) encontrou valores que estiveram em torno de 9,7mg/dL, que se situaram abaixo dos valores encontrados por Nörnberg (2003), em torno de 11,7 mg/dL.

2.10.4 Nitrogênio uréico

Diversos fatores estão envolvidos na oscilação da concentração de nitrogênio uréico nos fluídos corporais dos ruminantes. Fatores como nutrição, espécie, raça, estado fisiológico e uso de promotores de crescimento têm mostrado efeitos sobre a concentração desse metabólito em ruminantes (Frosi & Mühlbach, 1999).

As concentrações de nitrogênio uréico no sangue (NUS) e no leite (NUL) podem ser utilizadas como referências para auxiliar no monitoramento do *status* energético e protéico das dietas de ruminantes. As informações atuais, segundo Frosi & Mühlbach (1999), indicam que o NUS abaixo de 7,0 mg/dL pode indicar deficiência de proteína na dieta relativa ao consumo de energia digestível para bovinos em terminação, enquanto para vacas leiteiras de alta produção essa constatação estaria relacionada a níveis abaixo de 15mg/dL.

Segundo Mühlbach et al. (2000), níveis de NUL muito abaixo de 10mg/dL, como média de rebanho, refletem uma deficiência de proteína na dieta ou uma elevada eficiência de utilização da proteína degradável no rúmen, com pleno aproveitamento da amônia disponível às bactérias do rúmen, sendo esta última hipótese pouco provável nas condições predominantemente vigentes em nosso meio. Por outro lado, níveis acima de 15 mg/dL podem indicar excesso de proteína degradável na dieta ou deficiência de carboidratos não fibrosos, ou ambos.

Situações onde o aporte de nitrogênio no rúmen não esteja equilibrado com o de carboidratos fermentáveis pode gerar um aumento da amônia livre no rúmen e, portanto, aumentar sua absorção, contribuindo para a elevação dos níveis séricos de nitrogênio uréico do sangue (NUS) e também do leite (Mühlbach et al., 2000). Da mesma forma, excesso dietético de proteína não degradável no rúmen também levaria a um aumento do NUS pela oxidação hepática de aminoácidos (NRC, 2001). Outra causa do aumento do NUS, quando da utilização da suplementação lipídica seria, segundo Rodriguez et al. (1997), a maior necessidade de aminoácidos para a gliconeogênese, impulsionada tanto pela

redução da síntese ruminal de propionato quanto pela maior necessidade de glicose para a síntese de lactose, quando a produção de leite aumenta. O NRC (2001) preconiza níveis de carboidratos não fibrosos (CNF) variando entre 33 a 42% da dieta, o que contribuiria para a manutenção da normalidade do ambiente ruminal, fornecendo suficiente substrato para o crescimento microbiano.

Segundo Mühlbach et al. (2000), quando o uso de proteína da dieta for ineficiente e houver perdas pela urina, essa situação pode ser monitorada pelo teor de nitrogênio uréico do leite, que se relaciona inversamente com a concentração de caseína do leite.

Os valores considerados normais para NUS, conforme a literatura, situam-se entre 7,0 e 19,6 mg/dL (Contreras, 2000). Segundo a maior parte da literatura, redução na ingestão de CNF ou desbalanço na proporção entre proteína degradável e não degradável no rúmen pode levar a um aumento do N uréico do sangue. Além disso, em função da suplementação lipídica, pode ocorrer redução da ingestão de carboidratos não fibrosos associada a um aumento da oxidação hepática de aminoácidos (Chilliard & Ottou, 1995; Rodriguez et al., 1997; Allen, 2000).

Tentando verificar os possíveis efeitos da gordura sobre o perfil metabólico de vacas leiteiras, Jerred et al. (1990) não encontraram diferença significativa para concentração sérica de N uréico, utilizando zero ou 5% de gordura suplementar, com valores de 27,1 mg/dL para ambos os tratamentos. Ao contrário, Rodriguez et al. (1997) verificaram aumento significativo de N uréico no plasma apenas para animais da raça Jersey, mas não da raça Holandesa. Em outro trabalho, Elliott et al. (1995), testando dietas que variaram em níveis de gordura e carboidratos não estruturais, encontraram efeito da gordura sobre o N uréico do plasma para tratamentos com zero e 2,5% de gordura suplementar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O trabalho de campo foi realizado no município de Uruguaiana, que se situa a uma altitude de 70 metros, com latitude de 29° e 45' S e longitude de 57° e 05' O. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger (Mota, 1953) é do tipo subtropical úmido, com temperaturas médias de 19°C, com razoável amplitude, variando de mínimas de 0°C no inverno a cerca de 38°C no verão. A precipitação pluviométrica é, em média, de 1300 mm anuais, distribuídos ao longo do ano, com menor intensidade na primavera. A média da umidade relativa do ar situa-se em torno de 72 $\pm$ 8%.

O trabalho de campo envolveu uma parte experimental relacionada à coleta de dados a partir dos animais, realizada em um sistema de produção de leite de propriedade da empresa Itaguá Agricultura e Pecuária, localizada no distrito de Guapitangui, a cerca de 20 km da zona urbana do município.

As análises bromatológicas dos alimentos utilizados no experimento e das suas respectivas sobras foram feitas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Uruguaiana.

As análises sorológicas, realizadas a partir das amostras de sangue coletadas dos animais experimentais, foram feitas no Laboratório de Análises Clínicas Biosul, na cidade de Uruguaiana.

As análises da composição química do leite dos animais experimentais foram realizadas nos laboratórios da "Clínica do leite", da Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade do Estado de São Paulo (USP), na cidade de Piracicaba.

3.2 Duração do experimento

O período experimental de coleta de dados junto aos animais foi compreendido entre os dias 07 de julho e 28 de setembro de 2003. Os animais foram agrupados em função da data de parição, a partir de um rebanho de cerca de 80 animais, sendo submetidos a uma dieta pré-experimental a partir do dia 28 de maio, visando a sua adaptação às dietas e ao manejo experimental, bem como padronização da condição corporal e estado nutricional dos animais do experimento.

As amostras dos alimentos e sobras que foram coletadas durante o experimento foram acondicionadas apropriadamente para posterior análise. As análises bromatológicas foram realizadas entre os dias 1º de outubro de 2003 e 04 de junho de 2004.

As análises sorológicas e as análises do leite foram realizadas entre 21 de julho e 28 de setembro de 2003, uma vez que foram, após coletadas, encaminhadas imediatamente para análise nos respectivos laboratórios.

As análises estatísticas e interpretação dos resultados foram realizadas entre 1º de agosto e 15 de novembro de 2004 e a redação final e atualização da bibliografia foi realizada entre 16 de novembro de 2004 e 13 de fevereiro de 2005. As correções e modificações da redação foram realizadas entre 03 de março e 20 de abril de 2005.

3.3 Instalações

Nas Figuras 01 e 02 aparecem as instalações utilizadas no trabalho de campo.

Os animais foram alimentados em galpão de alvenaria com corredor central, comedouros e canzis de contenção, que permaneceram destravados. O galpão era coberto com telhado de zinco, o piso era de concreto (frisado), sem paredes laterais, com 3,5m de pé-direito. O galpão possuía iluminação artificial, que foi utilizada por poucas horas a cada dia, no início da manhã e da noite, quando não havia luz solar suficiente. O local para descanso, contíguo ao galpão, era revestido com uma camada de casca de arroz de cerca de 50cm de altura onde os animais podiam permanecer entre as refeições. Quando julgado necessário pelo acúmulo de fezes ou pelo aparecimento de lama, uma nova camada de casca de arroz era depositada no local sobre a antiga, em função do seu desaparecimento. A limpeza do galpão de alimentação era feita uma vez por dia, quando os animais estavam na área de descanso, pela retirada manual das fezes com pá e carrinho de mão, para posterior distribuição nas áreas de pastagem. Em dias alternados, após a retirada das fezes, o piso era lavado com água sob pressão para retirada dos restos de fezes e urina, sendo que estes resíduos escoavam por gravidade em canaletas existentes para essa finalidade até as áreas de pastagem. Todos os animais tiveram acesso a bebedouros, sendo um para cada dois animais e a um bebedouro coletivo nos horários de descanso e enquanto aguardavam a ordenha na sala de espera.

Os animais em nenhum momento estiveram expostos a intempéries, pois embora só tivessem acesso aos comedouros em horários pré-estabelecidos, podiam a qualquer momento entrar no galpão de alimentação ou na sala de espera da ordenha, onde poderiam se proteger da chuva ou do sol intenso.

FIGURA 01 - Vista externa das instalações onde foi realizado o experimento.

FIGURA 02 - Vista interna das instalações onde foi realizado o experimento.

3.4 Animais experimentais

Foram utilizadas oito vacas da raça Holandesa, com peso vivo médio de 596 kg (os pesos individualizados por período, vaca e tratamento encontram-se no apêndice 10), identificadas com brincos plásticos numerados. Os animais estavam entre a segunda e a quarta lactação, com datas de parição diferentes, mas aproximadas. As datas de parição, idade e distribuição nos quadrados latinos estão descritas na Tabela 01.

O manejo sanitário, com vacinações e controle de endo e ectoparasitas obedeceu o calendário sanitário utilizado como rotina na propriedade. Os animais foram evermifugados antes do parto e o controle de ectoparasitas realizado conforme avaliação visual do grau de infestação, não tendo sido necessária nenhuma aplicação durante o experimento.

TABELA 01. Animais experimentais, distribuídos segundo a data de parição, ordem e tempo de lactação.

Num. do Animal	**Ordem do quad. latino**	**Data do Parto**	**Ordem de lactação**	Dias em lactação*
B44	1	10/05/2003	4	58
D22	1	30/04/2003	3	68
D19	1	29/04/2003	3	69
E37	1	23/04/2003	2	75
O52	2	24/05/2003	4	42
D92	2	22/05/2003	3	44
B45	2	21/05/2003	4	45
D94	2	20/05/2003	3	46

***** No início do experimento

3.5 Tratamentos

Foram utilizados quatro tratamentos, com dietas isofibrosas e isoprotéicas, sendo um tratamento sem adição de gordura e os demais com diferentes níveis de gordura de arroz, na forma de óleo e farelo integral. Os tratamentos foram:

a) Tratamento 1: Dieta com 3,5% de extrato etéreo, sem adição de farelo e óleo de arroz;

b) Tratamento 2: Dieta com 5,0% de extrato etéreo, com adição de farelo e óleo de arroz;

c) Tratamento 3: Dieta com 6,5% de extrato etéreo, com adição de farelo e óleo de arroz;

d) Tratamento 4: Dieta com 8,0% de extrato etéreo, com adição de farelo e óleo de arroz.

As dietas experimentais foram formuladas a partir do programa de cálculo de dietas SUPERCRAC – TD Software®, levando em consideração o peso vivo atual dos animais, seu histórico produtivo e uma estimativa do seu potencial de produção. Posteriormente, foram testadas em um simulador de desempenho de dietas (NRC, 2001), já ajustadas com base nas mesmas tabelas de exigências, para animais de 600 Kg de peso vivo, não gestantes, com produção de leite de 35 kg/dia, com 3,0% de proteína bruta e 3,2% de gordura.

As dietas foram compostas por volumosos à base de silagem de sorgo e feno de alfafa, em uma proporção aproximada de 75% : 25% entre os volumosos, respectivamente, na base da matéria seca. Os concentrados foram compostos à base de farelo de soja e milho, com níveis crescentes de inclusão de gordura de arroz, na forma de farelo integral e óleo não refinado. A relação volumoso : concentrado foi ajustada para aproximadamente 60 : 40. A composição dos ingredientes utilizados encontra-se na Tabela 02.

TABELA 02 - Composição bromatológica percentual dos alimentos utilizados nas dietas, em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM).

		% na matéria seca				
	% MS	**MO**	**PB**	**GB**	**FDN**	**MM**
Silagem de sorgo	37,92	93,68	6,64	3,01	64,55	6,32
Feno de alfafa	85,12	92,50	22,63	3,22	40,15	7,50

Milho, grão moído	87,40	98,33	9,29	4,55	10,87	1,67
Farelo de soja	86,26	95,22	50,54	0,90	12,21	4,78
Farelo de arroz integral	87,02	88,83	12,56	15,20	30,05	11,17
Óleo de arroz	100,0	----	----	99,28	----	----

A composição da mistura mineral e vitamínica utilizada encontra-se na Tabela 03 e dos concentrados, por tratamento, na Tabela 04.

TABELA 03 – Composição da mistura mineral e vitamínica utilizada nas dietas (dados do fabricante).

Elemento	Quantidade por kg de produto
Cálcio	155,80g
Fósforo	51,00g
Enxofre	20,00g
Magnésio	33,00g
Sódio	93,00g
Potássio	28,20g
Cobalto	30,00mg
Cobre	400,00mg
Cromo	10,00mg
Ferro	2.000,00mg
Iodo	40,26mg
Manganês	1350,53mg
Selênio	15,00mg
Flúor	510,00mg
Zinco	1700,00mg
Vitamina A	135.000,00 UI
Vitamina D_3	68.000,00 UI
Vitamina E	450,00 UI

TABELA 04 - Composição percentual da mistura dos concentrados experimentais.

	Conc 1	Conc 2	Conc 3	Conc 4
Milho	56,0	43,2	39,8	32,0
Farelo de soja	41,5	36,5	36,4	35,0
Farelo de arroz	0,0	16,5	17,8	25,0
Óleo de arroz	0,0	1,4	3,5	5,5
Mistura mineral*	2,5	2,5	2,5	2,5

* Lactobovi®, Tortuga.

A composição das dietas totais, tais como foram oferecidas aos animais encontram-se na Tabela 05.

TABELA 05 - Composição bromatológica e energética das dietas experimentais, por tratamento, considerando matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo ou gordura bruta (GB), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT) e cálcio (Ca).

	Controle	**Níveis crescentes de gordura bruta**		
	3,5% GB	**5,0%**	**6,5%**	**8,0%**
Matéria seca (%)	65,73	67,51	67,30	66,59
Proteína bruta (%)	19,9	19,9	19,7	19,6
FDN (%)	30,8	29,9	29,7	30,3
CNF* (%)	39,6	38,4	37,1	35,0
Gordura bruta (%)	3,0	4,9	6,6	8,0
Matéria mineral (%)	6,47	6,93	6,93	7,13
NDT* (%)	69,0	71,0	73,0	73,0
Cálcio* (%)	0,7	0,7	0,7	0,8

* Estimado segundo as fórmulas do NRC (2001).

Foi calculada uma oferta de volumoso, de tal forma que houvesse uma sobra diária da ordem de 10% do ofertado, para garantir que o consumo fosse à vontade.

Os concentrados foram misturados em uma fábrica, pertencente à Estância e Granja São Pedro, no município de Barra do Quaraí, distante 40 km do local onde foi realizado o experimento. O equipamento utilizado foi um misturador semi-automático, com balança acoplada e capacidade de quatro toneladas/hora.

3.6 Alimentos

Os alimentos utilizados como ingredientes dos concentrados foram, logo que adquiridos, levados diretamente para o local da fábrica, onde foi feita a

amostragem. Os concentrados utilizados no experimento foram produzidos em três partidas (apêndices 01 a 04), à medida que iam sendo consumidos, ficando estocados, em sacos com aproximadamente 50 kg, com identificação na parte externa dos sacos com um número de um a quatro em função do tratamento ao qual estavam relacionados (vide tabela 03). Os concentrados ficaram estocados na própria fábrica e foram transportados em veículo leve para o local do experimento conforme foram sendo utilizados.

O feno utilizado no experimento (apêndice 05) foi adquirido no comércio, todo em uma única partida, em fardos de aproximadamente 35 kg. No momento em que o feno foi recebido na propriedade, após o descarregamento, foi amostrado e estocado em um galpão ao lado da sala de alimentação. Tomou-se o cuidado de garantir que o feno adquirido fosse todo da mesma lavoura, produzido em um único corte, de modo a garantir homogeneidade da sua composição. No momento de serem utilizados, os fardos de feno foram abertos, descompactados e fragmentados manualmente e as porções pesadas em balança mecânica antes de serem colocados nos comedouros.

A silagem de sorgo utilizada no experimento (apêndice 06) foi extraída de um único silo, do tipo trincheira, que por sua vez foi preenchido com material oriundo de uma mesma lavoura, o que também contribuiu para o mínimo de variações de composição ao longo de sua utilização. A silagem foi retirada do silo manualmente, anteriormente a cada refeição, em um vagão apropriado para esta finalidade. A partir do vagão foi colocada em baldes, nos quais foi pesada, descontando-se o peso dos baldes e a seguir colocada nos comedouros, misturando-a ao feno colocado anteriormente.

A forrageira utilizada para a confecção da silagem foi um sorgo híbrido, de ciclo precoce a intermediário (Pionner®, cultivar P8419), indicado para ensilagem, plantado entre os dias 13 e 14/11/2002 e cortado para ensilagem entre os dias 18 e 22/03/2003. O ciclo de cultivo próximo a 130 dias contribuiu para os elevados teores de matéria de seca alcançados na silagem (vide apêndice 06).

3.7 Condução do experimento

Os animais foram submetidos a um manejo pré-experimental, que teve início em 28 de maio de 2003, visando a adaptação dos mesmos às pequenas mudanças de manejo em relação à rotina da propriedade. Durante esse período receberam uma dieta composta pelos mesmos ingredientes utilizados no experimento, com composição intermediária em relação às dietas experimentais, visando a plena adaptação da microbiota ruminal e a eliminação de possíveis diferenças de estado nutricional entre os animais antes do início do experimento.

As refeições foram fornecidas três vezes ao dia com os animais permanecendo em torno de 7 horas por dia em alimentação (das 6:00 às 8:30, das 11:00 às 13:00 e das 17:00 às 19:30h), alternando-se períodos de descanso, dentro do galpão ou em área contígua às instalações, sem acesso a outro tipo de alimentação. As vacas eram conduzidas à área de descanso sempre que se observava que não estava ocorrendo mais consumo, após o tempo pré-determinado descrito acima.

Os alimentos foram fornecidos misturados, de modo que não ocorresse a ingestão de concentrado em quantidade significativa, separadamente dos outros componentes da dieta. O feno e a silagem, depois de pesados e colocados nos comedouros, foram misturados manualmente e o concentrado, depois de pesado em baldes, colocado logo em seguida e misturado levemente. Durante o tempo descrito para cada refeição, tomou-se o cuidado de não permitir que os animais espalhassem os alimentos excessivamente, fazendo-se uma varredura e amontoamento dos alimentos, sempre que necessário. Também se tomou o cuidado de verificar que não houvesse sobras do concentrado, fazendo-se a varredura e o afastamento do volumoso, para que os animais ingerissem aquelas partículas de menor tamanho depositadas na parte inferior dos comedouros. Este procedimento, associado ao hábito seletivo dos animais, garantiu que o consumo de concentrado fosse total.

O consumo de alimentos foi monitorado diariamente por intermédio da pesagem dos alimentos ofertados, diminuídos da quantidade de volumosos remanescentes, para cada animal, individualmente. As sobras foram recolhidas e pesadas diariamente e nesses momentos foram coletadas amostras, que foram estocadas congeladas a –18°C, para ao final de cada período serem misturadas e formar amostras compostas por período para análise bromatológica.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, às 5:50 e às 16:50h. O controle leiteiro foi realizado duas vezes em cada período experimental, sempre na última semana de cada período, sendo considerada a média aritmética dos dois controles como a produção do período. Diariamente, antes de iniciar a ordenha, foram desprezados os três primeiros jatos de leite de cada teto dos animais. A seguir os tetos foram lavados com água corrente, secos com toalha descartável, foi borrifado um desinfetante à base de iodo sobre os tetos e estes foram secos novamente, depois de um tempo mínimo de 30 segundos de permanência do desinfetante. Semanalmente foi feito o CMT (*California Mastitis Test*) para verificação da existência de mastite subclínica. Após a ordenha, foi aplicado um desinfetante à base de iodo contendo também um emoliente, com imersão dos tetos em um copo com o produto.

Logo após cada ordenha, a sala foi lavada com água sob pressão e semanalmente foi feita uma desinfecção com produto à base de cloro (hipoclorito de sódio a 0,01%). Ao final de cada ordenha todo o equipamento de ordenha foi limpo e desinfetado com detergentes específicos, por intermédio de equipamento automático de limpeza, que realizava o controle, tanto da temperatura da água em cada fase do ciclo, quanto da concentração de cada produto utilizado.

O centro de manejo da propriedade dispunha de mangueira com tronco de contenção e balança. Os animais foram pesados antes do início do experimento para formulação e ajuste das dietas, e duas vezes na última semana de cada período experimental, sendo considerada como o peso de cada animal para o período a média aritmética das duas pesagens em cada período.

As coletas que necessitaram a contenção dos animais, como as de sangue, por exemplo, foram realizadas na própria sala de alimentação, com a contenção dos animais nos canzis e imobilização dos membros posteriores com corda, uma vez que os animais não demonstraram qualquer tipo de resistência ao procedimento, quando o mesmo foi testado, antes do início do experimento. Desta forma, julgou-se que não haveria necessidade de prendê-los no tronco de contenção para fazer as coletas de sangue.

3.8 Preparação das amostras

Os volumosos e os ingredientes que compuseram os concentrados foram amostrados no momento da aquisição e analisados anteriormente ao experimento, com o objetivo de formular as dietas. A silagem foi amostrada na propriedade, perfurando-se a lona do silo com um trado em vários pontos, visto que o mesmo encontrava-se ainda fechado.

No decorrer do experimento, durante os períodos de coleta, os volumosos foram amostrados diariamente. As amostras de silagem coletadas a cada dia foram armazenadas em sacos plásticos a –18°C, em *freezer,* e as amostras de feno, também coletadas diariamente, estocadas em sacos de papel. Ao final de cada período, as amostras de silagem foram descongeladas e, após serem misturadas, deram origem a amostras compostas, que foram colocadas em sacos previamente tarados e então foram secas em estufa com ar forçado a 60°C por três dias. Após a obtenção da matéria parcialmente seca as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, passando em peneira com crivos de um milímetro e acondicionadas em potes plásticos fechados e identificados para serem analisadas posteriormente. As amostras de feno foram moídas e acondicionadas da mesma forma. Os concentrados foram amostrados uma única vez por partida e acondicionados à temperatura ambiente, em potes plásticos com identificação para posterior análise.

As amostras de sangue foram coletadas no 15º e 18º dia de cada período, por punção da veia mamária, com os animais presos no canzil e com os membros posteriores contidos, sempre após a primeira ordenha e antes da refeição da manhã. Foram utilizados para a coleta de sangue, tubos estéreis com vácuo (*vacuntainer*®), sem anticoagulante, com uma etiqueta para identificação de cada amostra pelo número do animal e data da coleta. Nos mesmos tubos as amostras foram centrifugadas e depois de retirado o soro sanguíneo por intermédio de pipetas com ponteiras descartáveis, o coágulo foi descartado, assim como os tubos utilizados. As amostras, assim que coletadas, foram acondicionadas em caixa isotérmica contendo gelo, evitando-se o contato direto entre o gelo e as amostras. No tempo médio de 30 minutos, as amostras foram levadas ao laboratório Biosul, na cidade de Uruguaiana, onde foram sistematicamente incluídas na rotina diária de análises do laboratório. Em cada procedimento foram coletados sempre dois tubos de sangue de cada animal, sendo um encaminhado para o laboratório para análise imediata e outro centrifugado e o soro congelado a –18ºC e armazenado em *freezer*. Uma alíquota excedente das análises realizadas também foi armazenada em *freezer*, no próprio laboratório, para o caso de haver necessidade de repetição de algum procedimento analítico.

As amostras de leite foram coletadas sempre no 17º e no 21º dia em cada período experimental, e enviadas separadamente para análise. Em cada um dos dois controles leiteiros, as amostras foram formadas por sub-amostras de cada ordenha, misturadas para formar as amostras do dia. O produto da coleta do dia foi separado em dois frascos, sendo um enviado ao laboratório para análise imediata dos componentes do leite, e outro estocado em *freezer* por medida de segurança. A composição do leite por período foi considerada como a média aritmética das duas amostras analisadas para cada animal no período. As amostras de leite foram coletadas em frascos próprios, que continham cada um uma dose de um conservante denominado “bronopol” (8mg de 2-Bromo-2-

Nitropropano-1,3Diol e 0,30mg de Natamicina), agitadas a cada 10 minutos pelo período de meia hora até a dissolução completa da pastilha de conservante, o que foi verificado pela coloração alaranjada homogênea em toda a amostra. A seguir as amostras foram colocadas sob refrigeração a 5°C até serem remetidas no dia seguinte, via "SEDEX", ao laboratório para análise. As amostras chegaram ao laboratório sistematicamente no dia seguinte à postagem e os relatórios foram remetidos por correio eletrônico em até três dias após cada coleta.

3.9 Análises laboratoriais

As análises das amostras de volumosos e suas sobras, concentrados e ingredientes incluíram matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo ou gordura bruta (GB), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN). Estas análises foram obtidas da seguinte forma: a matéria seca foi obtida por secagem em estufa a 105°C até peso constante, a proteína bruta ($N \times 6,25$) pelo método micro-Kjeldahl e a gordura bruta por extração com éter no aparelho de Goldfish. A matéria mineral dos alimentos foi obtida por calcinação a 600°C por quatro horas, em mufla. Todas as análises foram realizadas segundo as técnicas descritas pela AOAC (1995). As determinações de fibra em detergente neutro foram realizadas segundo metodologia descrita por Goering e Van Soest (1970), com adição de α-amilase termoestável para as amostras de milho, farelo de soja e de arroz.

O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas foi calculado por intermédio da fórmula (NRC, 2001):

$$CNF = 100 - (\%MM + \%PB + \%GB + \%FDN)$$

As análises sorológicas de glicose, colesterol, triglicerídeos e uréia foram realizadas no Laboratório Biosul, na cidade de Uruguaiana, por intermédio de *kits* comerciais adquiridos junto ao laboratório Labtest (Lagoa Santa - MG). Os *kits* utilizados foram: para análise de glicose o *kit* "Glicose PAP®", lote número

3.063; para colesterol total o “Colesterol liquiform®”, lote número 3.053; para triglicerídeos o *kit* utilizado foi o “GPO-ANA®”, lote número 30.596 e para uréia o “UV liquiform®”, lote número 3.048. O método utilizado para todas as análises foi o cinético enzimático no analisador automático Express Plus, Bayer® (Alemanha).

As análises do leite para gordura, proteína bruta, sólidos totais e lactose foram realizadas por espectroscopia de infra-vermelho, em equipamento *Bentley 2000*. As análises de uréia do leite foram realizadas por citometria de fluxo em equipamento *Chemist 150.* Todas as análises do leite foram executadas nos laboratórios da “Clínica do Leite”, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ – USP).

A conversão de uréia para nitrogênio uréico do leite e do sangue foi feita dividindo-se os valores encontrados para uréia pelo fator 2,13.

3.10 Parâmetros avaliados

3.10.1 Consumo de matéria seca

Os valores individuais de consumo de matéria seca foram obtidos pela diferença entre a quantidade de alimento ofertada diariamente a cada animal e as sobras de volumosos obtidas para o mesmo período, multiplicados pelos seus respectivos teores de matéria seca. Para os concentrados não houve sobras. O consumo de matéria seca foi também expresso e analisado em relação ao peso vivo, por período, para cada animal.

3.10.2 Consumo de proteína bruta, gordura bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e energia líquida de lactação

As médias para consumo de cada nutriente avaliado foram obtidas a partir dos dados de consumo de matéria seca, multiplicada pelos teores de cada

fração obtida por determinação em laboratório ou cálculo com posterior subtração das quantidades das mesmas frações encontradas nas sobras de volumosos.

3.10.3 Peso vivo

Os animais foram pesados individualmente, antes do início do experimento para formulação e ajuste das dietas e duas vezes dentro de cada período de coleta (quarto e sétimo dia), sempre após a ordenha e antes da primeira refeição da manhã, sendo considerada a média aritmética dos valores obtidos como o peso para cada período.

3.10.4 Produção de leite

A produção de leite para os animais experimentais foi medida em dois controles leiteiros dentro de cada período experimental, tendo sido considerada a produção para cada período a média aritmética dos dois controles realizados.

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada utilizando-se a produção de leite de cada animal no período e o respectivo teor de gordura do leite, segundo a fórmula (Evans et al., 1993):

$$LCG = (0{,}432 \times \text{kg leite}) + (0{,}1623 \times \text{kg leite} \times \text{\% gordura})$$

3.10.5 Eficiência alimentar

O cálculo da eficiência alimentar foi obtido por intermédio da divisão dos valores de produção média de leite para cada período pelo consumo diário de matéria seca no mesmo período. A eficiência alimentar levando em consideração a produção corrigida para gordura foi calculada dividindo-se a produção corrigida para gordura pelo consumo de matéria seca.

3.10.6 Eficiência energética

Os valores de eficiência energética foram obtidos por intermédio do cálculo da quantidade de energia contida em cada kg de leite multiplicada pela quantidade de leite produzida no período em consideração dividida pela quantidade de energia líquida ingerida no mesmo período, segundo a fórmula (NRC, 2001):

$$EL_{leite}\ (Mcal/kg) = (0{,}0929 \times \%gordura) + (0{,}0563 \times \%proteína) + (0{,}0395 \times \%lactose)$$

O consumo de energia líquida de lactação foi obtido multiplicando-se o consumo de matéria seca em kg, pelo teor de energia líquida de lactação de cada alimento, segundo as fórmulas do NRC (2001), a partir da composição bromatológica dos alimentos utilizados para aquelas frações que foram analisadas.

3.10.7 Parâmetros sanguíneos

Foi avaliada, a partir do sangue dos animais experimentais, as concentrações séricas de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia, sendo que esta última posteriormente teve seus valores convertidos para nitrogênio uréico, utilizando-se o divisor 2,13. A determinação da concentração dos parâmetros citados foi realizada por um laboratório particular de análises clínicas e visou verificar possíveis alterações das principais atividades metabólicas dos animais como resposta aos tratamentos.

3.11 Avaliação bio-econômica da utilização de gordura

A avaliação bio-econômica da suplementação lipídica foi realizada pela soma dos custos dos ingredientes de cada tratamento multiplicada pelo respectivo consumo dos componentes de cada dieta. O custo dos concentrados foi obtido por intermédio da multiplicação do percentual de cada ingrediente pelo seu custo

de aquisição somado a um valor estimado para transporte e mistura, assim como foi calculado para o feno de alfafa. O custo da silagem foi obtido com base nas planilhas de controle de despesas e receitas da propriedade, multiplicado pela quantidade consumida individualmente, aplicando-se a relação de 75 : 25 para a mistura de volumosos, como citado anteriormente. Os demais custos de produção, outros que não os custos da alimentação, que foram considerados os mesmos para todos os tratamentos, foram obtidos a partir das planilhas de controle de custos da propriedade.

3.12 Modelo estatístico

3.12.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi o quadrado latino (4 × 4), com quatro tratamentos, quatro animais e quatro períodos experimentais, com repetição, sendo que os dois quadrados ocorreram simultaneamente. Cada animal foi considerado como uma unidade experimental, tendo sido distribuídos de acordo com a ordem de parição de modo a aproximar a fase da lactação em que se encontravam os animais experimentais. Os animais foram alojados individualmente, sendo os tratamentos distribuídos de modo aleatório.

Os períodos experimentais foram compostos por 21 dias, sendo os primeiros 14 dias de adaptação às dietas e os últimos sete dias, os períodos destinados às coletas de dados e medições, segundo Gomes (1984).

3.12.2 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do procedimento GLM do *software* SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, 1996), utilizando quadrado latino, animal e período dentro de quadrado latino, tratamento e interação quadrado latino × tratamento como efeitos principais, conforme modelo abaixo. Foram consideradas significativas as variáveis que apresentaram

efeito ao nível de significância no mínimo de 5% e quando a probabilidade esteve entre 5 e 10% foi considerado como uma tendência a ser significativa. No texto são apresentados os efeitos como probabilidade igual a (P=), para que se obtenha uma idéia mais exata da tendência de efeito para cada variável resposta.

Quando houve efeito de tratamento na análise de variância (ANOVA), os efeitos dos níveis de gordura incluídos nas dietas foram decompostos e avaliados por regressão múltipla, por intermédio de polinômios ortogonais para determinar as associações lineares e quadráticas sobre as variáveis resposta (variáveis dependentes), segundo Gomes (1984).

O modelo utilizado foi:

$$\mathbf{Y_{ijkl} = \mu + QL_i + V_j (QL) + P_k (QL) T_l + QL + T_{il} + E_{ijkl}}$$

Onde:

$\mathbf{Y_{ijkl}}$ = Valor da variável obtida em cada observação

$\mathbf{\mu}$ = Média geral da variável no experimento

$\mathbf{QL_i}$ = Efeito do quadrado latino (GL = 1)

$\mathbf{V_j (QL)}$ = Efeito de animal dentro de quadrado latino (GL = 6)

$\mathbf{P_k (QL)}$ = Efeito de período dentro de quadrado latino (GL = 6)

$\mathbf{T_l}$ = Efeito de tratamento (GL = 3)

$\mathbf{QL + T_{il}}$ = Efeito da interação entre quadrado latino e tratamento (GL = 3)

$\mathbf{E_{ijkl}}$ = Erro experimental (GL = 12)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de matéria seca, peso vivo, produção de leite e eficiência alimentar

As médias por tratamento para consumo de matéria seca em kg/dia, peso vivo em kg, consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo, produção de leite em kg/dia, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, em kg/dia e eficiência alimentar em kg de leite produzidos por kg de matéria seca ingerida, encontram-se na Tabela 06. Os valores individualizados por tratamento, período, quadrado e por vaca encontram-se nos apêndices 09 a 11, os resumos da análise de variância encontram-se nos apêndices 17 a 22 e das análises de regressão nos apêndices 44 a 49.

TABELA 06 - Valores médios de consumo de matéria seca (kg/dia), peso vivo (kg), consumo de matéria seca relativo ao peso vivo, produção de leite corrigida ou não a 3,5% de gordura (kg/dia) e eficiência alimentar (kg leite/kg MS), por tratamento.

						Efeito[2] (P=)	
	T 3,5	**T 5,0**	**T 6,5**	**T 8,0**	**EPM[1]**	**L**	**Q**
Cons. matéria seca (kg/dia)	25,8	26,2	25,9	24,5	0,95	0,02	0,01
Peso vivo (kg)	595	597	598	596	9,58	0,87	0,58
Cons. matéria seca/dia (%PV)	4,32	4,40	4,30	4,13	0,20	0,06	0,07
Produção de leite (kg/dia)	33,1	33,3	34,0	33,4	1,39	0,21	0,26
Prod. corrigida a 3,5% (kg/dia)	32,2	31,5	32,0	32,1	2,44	0,82	0,86
Ef. alimentar (kg leite/kg MS)	1,28	1,26	1,30	1,36	0,07	0,02	0,35

1 – Erro padrão da média.
2 – L: Linear; Q: Quadrático.

O consumo de matéria seca foi influenciado negativamente, de modo quadrático, pelo aumento da inclusão de gordura na dieta, o que concorda com

outros autores (Palmquist & Jenkins, 1980; Malafaia et al., 1996; Vargas et al., 2002). O menor consumo de matéria seca associado a altos níveis de suplementação lipídica verificado neste experimento, está entre as possíveis respostas da suplementação com gorduras, principalmente tratando-se de gordura insaturada, como a de arroz. Houve um aumento de consumo de matéria seca do primeiro para o segundo nível de suplementação, o que encontraria respaldo na literatura na afirmação de Allen (2000), de que uma menor produção ruminal de propionato, como conseqüência da suplementação lipídica, poderia estar diminuindo a sensação de saciedade do animal, propiciando maior consumo de matéria seca. Aumentando a suplementação com gordura, sua ação tornar-se-ia mais efetiva do que a da redução do propionato sobre o centro regulador do apetite. Os valores obtidos a partir da equação de regressão, que aparece na Figura 03, permitem inferir que o maior consumo de matéria seca (26,27 kg/dia) teria ocorrido ao nível de 5,1% de gordura suplementar, a partir do qual o consumo decresceu com o aumento da suplementação lipídica. O menor consumo de matéria seca ocorreu no maior nível testado de inclusão de gordura.

Os valores da Figura 03 são apresentados segundo sua tendência quadrática, embora o efeito linear de redução de consumo também tenha sido significativo quando aumentou a inclusão de gordura na dieta. O comportamento quadrático dos dados, entretanto, foi mais evidente e significativo, como também tem mais respaldo na literatura, visto que até um determinado nível de suplementação a gordura pode produzir resultados positivos sobre o consumo, restringindo-o a partir de um nível mais elevado de suplementação.

Em comparação ao tratamento controle sem gordura adicional, o tratamento com 6,5% de gordura apresentou valores semelhantes para consumo e estes estiveram numericamente próximos ao tratamento com 5,0% de gordura. Este resultado confirma os de outros trabalhos, nos quais a utilização de gordura suplementar dentro desses níveis produziu resultados positivos. Entretanto, o tratamento com 8,0% de gordura, apesar de ter resultado em menor consumo de

matéria seca, não ocasionou redução da produção de leite, o que gerou um resultado positivo em relação à eficiência alimentar.

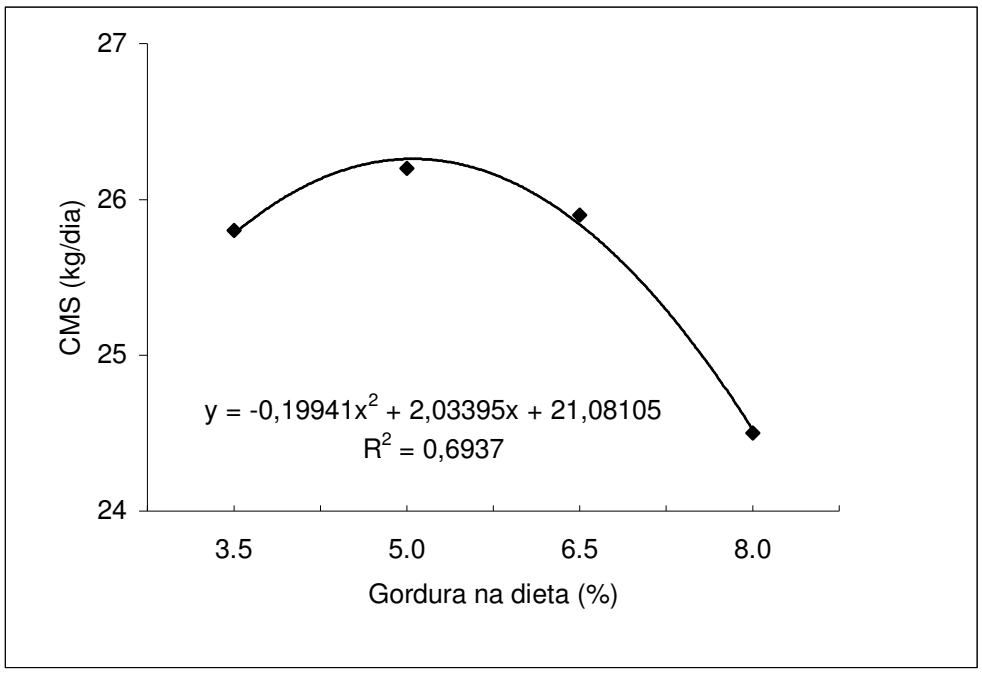

FIGURA 03 – Regressão dos valores de consumo de matéria seca em kg/dia, em função da suplementação lipídica na dieta.

Os resultados encontrados no presente experimento coincidem com a afirmação de Allen (2000), de que uma ligeira redução do teor de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta poderia reduzir o efeito inibidor do propionato sobre o centro nervoso do consumo, no hipotálamo, além do menor incremento calórico por unidade de energia ingerida. O comportamento quadrático da resposta em consumo ao aumento do teor de gordura nas dietas é mencionado também por Hayirli et al. (2002).

No presente trabalho a redução de consumo foi da ordem de 5,3% para o maior nível de gordura em relação ao controle e de 7% em relação ao

tratamento com 5,0% de gordura bruta, redução semelhante observada no trabalho de Rodriguez et al. (1997), onde foi verificada uma redução da ingestão de matéria seca da ordem de 6,0% para vacas da raça Holandesa e 6,4% para Jersey, quando foram utilizadas dietas que variaram de 2,4 a 5,1% de extrato etéreo, embora estes autores tenham trabalhado com níveis mais baixos de suplementação do que os do presente experimento.

Em um experimento com vacas leiteiras utilizando óleo de soja, em dietas com teor de extrato etéreo de 2,84 e 6,14%, Eifert et al. (2003) verificaram redução de consumo voluntário da dieta, de 19,2 para 17,1 kg MS/dia ($P<0,05$) como resposta à adição de óleo.

Uma redução no consumo de matéria seca da ordem de 6% foi verificada por Jerred et al. (1990) comparando dietas com 0 e 5% de gordura cristalizada na matéria seca. Estes autores comentam ainda que as vacas que consumiram gordura tiveram um período ascendente na curva de ingestão de matéria seca até em torno da oitava semana pós-parto, enquanto o grupo controle experimentou um aumento de consumo até a 15ª semana de lactação. Além disso, os efeitos depressores da gordura sobre o consumo não foram evidentes nas duas primeiras semanas do experimento.

As variações dos resultados de experimentos que envolvem a suplementação lipídica e a sugestão de alguns autores sobre os efeitos de longo prazo deste tipo de suplementação, sugerem a possível necessidade de períodos experimentais mais longos ou, então, a realização de experimentos contínuos, como o trabalho de Drackley et al. (1998).

O trabalho de Jerred et al. (1990) iniciou cinco dias após o parto dos animais, o que pode ter contribuído para a ausência de resposta no consumo nas duas primeiras semanas. Neste mesmo sentido, Chilliard (1993) observou que a redução do consumo em conseqüência da suplementação lipídica ocorre com maior freqüência durante o pico da lactação e em experimentos curtos, como é o caso do quadrado latino. Por outro lado, Madison-Anderson et al. (1997) e

Nörnberg (2003) não encontraram diferenças relativas à duração de cada período, de três ou quatro semanas, em experimentos em quadrado latino com suplementação lipídica para vacas em lactação.

Além da fase na qual a gordura é suplementada, autores como Pantoja et al. (1996) afirmaram que os efeitos negativos da gordura dietética sobre o consumo de alimentos estão também relacionados ao tipo de gordura em questão, sendo que gorduras insaturadas como a de arroz, tendem a deprimir mais o consumo do que as saturadas, provavelmente por que interferem com maior intensidade sobre a atividade dos microrganismos ruminais (Firkins & Eastridge, 1994; Pantoja et al., 1994). Outros autores, como Devendra & Lewis (1974), Van Soest (1994) e Grummer (1995), relataram que a gordura pode formar uma película envolvendo as partículas, principalmente de fibra do alimento, dificultando a adesão e a ação da microflora ruminal.

As razões por intermédio das quais a suplementação lipídica pode influenciar negativamente o consumo de alimentos estão relacionadas, entre outros fatores, à ação das gorduras sobre a fermentação ruminal (Palmquist & Jenkins, 1980; Forbes, 1996; Allen, 2000), a uma maior secreção de colecistoquinina que agiria sobre o centro nervoso do apetite no hipotálamo (Choi & Palmquist, 1996; Allen, 2000), ou ainda, pela maior taxa de oxidação de ácidos graxos no fígado (Choi et al., 2000).

Outros fatores ligados à dieta e ao seu manejo, como modo e freqüência de fornecimento dos alimentos, além da concentração, forma física e qualidade da fibra presente na dieta (Jenkins et al., 1998) também poderiam contribuir para o efeito hipofágico das gorduras (Wu et al., 1994; Adams et al., 1995). Outros fatores como o grau de saturação da gordura (Pantoja et al., 1996), a capacidade de adsorção das gorduras pelo volumoso oferecido (Palmquist & Jenkins, 1980) e o nível de suplementação também podem contribuir para a incidência dos fatores que influenciam a redução de consumo em dietas com teor

elevado de lipídeos, o que faz com que ocorra grande variabilidade de resultados na literatura, como observado por Nörnberg (2003).

Segundo Grummer (1995) a redução da digestibilidade pode contribuir para a ausência de resposta em produção de leite, quando são utilizados altos níveis de suplementação com gorduras. Nesse mesmo sentido, diminuindo a digestibilidade, pode aumentar o tempo de retenção do alimento, o que influenciaria negativamente o consumo.

As médias por tratamento para peso vivo dos animais não apresentaram diferença significativa, o que foi esperado por se tratar de um delineamento em quadrado latino (Madison-Anderson et al., 1997), onde os períodos de 21 dias não são capazes de evidenciar pequenas mudanças no peso vivo dos animais ou as mudanças de peso não necessariamente refletem os tratamentos (Pantoja et al., 1996). Além disso, pode ser temerário tirar conclusões sobre uma variável que sofre marcada influência de fatores transitórios, como o preenchimento do trato gastroinstestinal, por exemplo. Outros autores, trabalhando com suplementação lipídica, também não encontraram alterações no peso vivo dos animais (Erickson et al., 1992; Maiga et al., 1995).

A maioria dos trabalhos medindo os efeitos da gordura sobre o metabolismo e desempenho de vacas leiteiras têm sido realizados com delineamento em quadrado latino, o que limita a possibilidade de conclusões sobre a partição dos nutrientes no que diz respeito a variações de peso e condição corporal dos animais.

Um pequeno aumento do peso vivo dos animais foi observado ao longo do experimento (586; 594; 600; 604 kg, para os períodos de um a quatro, respectivamente, compreendidos entre os dias 07 de julho e 28 de setembro), independentemente de tratamento. Essa constatação pode ser interpretada como a confirmação de que as exigências nutricionais dos animais estavam sendo atendidas praticamente em sua totalidade, não sendo limitantes ao potencial produtivo dos animais experimentais. O aumento da média geral de peso dos

animais durante o experimento pode ser um indicativo de que todos os animais estariam em uma condição de balanço energético positivo durante o experimento. Os valores de peso vivo individualizados por tratamento, período, quadrado e vaca encontram-se no apêndice10.

A avaliação do escore de condição corporal dos animais, que foi realizada em paralelo às pesagens não revelou mudanças que pudessem ser consideradas importantes para os resultados e por isso não foram incluídas nas análises estatísticas. Os valores médios foram 2,8; 2,8; 2,8 e 2,9 para os períodos de um a quatro, respectivamente. A proximidade entre os valores, reflexo da pequena variação de peso dos animais, associado ao caráter subjetivo deste tipo de avaliação, foram as razões da opção pela utilização dos valores de peso vivo, ao invés dos escores de condição corporal.

O consumo de matéria seca expresso em porcentagem do peso vivo, embora não tenha apresentado efeito dos tratamentos, demonstrou também uma tendência de redução (P=0,06 para linear e P=0,07 para quadrática) à medida que aumentou a inclusão de gordura na dieta.

O NRC (2001) estima o consumo de animais de 600kg de peso vivo, produzindo 35 kg/dia de leite, em 22,7 kg de matéria seca por dia, ou 3,8% do peso vivo, o que subestimou ligeiramente a capacidade ingestiva dos animais deste experimento, que ingeriram como média geral 25,6 kg/dia, o que correspondeu a 4,2% do peso vivo, que foi intermediário aos de trabalhos anteriores testando fontes de gordura, que encontraram médias de consumo relativo ao peso vivo de 3,9% (Nörnberg, 2003) e 4,7% (López, 2001).

Outros experimentos com vacas leiteiras (Jerred et al., 1990; Abel-Caines et al., 1997; Madison-Anderson et al., 1997; Rodrigues et al., 1997; Hayirli et al., 2002; Vargas et al., 2002), utilizando diversos tipos de dietas, tem revelado resultados que extrapolam as estimativas de consumo do NRC (2001). Provavelmente a diversidade de alimentos utilizados nas dietas, assim como os diferentes graus de maturidade e as diferentes espécies forrageiras utilizadas,

possam contribuir para as variações que ocorrem em torno daquelas estimativas. Além disso, o fato de que as condições (dietas) nas quais as estimativas foram baseadas podem estar mais próximas ao ideal do que as dietas utilizadas mais cotidianamente ou, então, pelas diferenças de composição, principalmente da fração fibrosa, dos alimentos utilizados nas condições brasileiras (forrageiras estivais cultivadas em clima tropical ou sub-tropical), comparativamente àquelas que constam nas tabelas do NRC.

No presente experimento o consumo foi cerca de 12% maior do que as estimativas do NRC, o que segue a mesma tendência dos dados de consumo encontrados por López (2001) e Nörnberg (2003), que estiveram ambos em torno de 10% acima das estimativas de consumo de matéria seca do NRC (2001) para as respectivas categorias de animais. Outros autores, como Madison-Anderson et al. (1997), que trabalharam com vacas de produção e peso vivo semelhantes aos do presente experimento (33,6kg/dia e 590kg, respectivamente), utilizando silagem de milho com 40% de matéria seca e feno de alfafa como volumosos, em dietas com 32% de FDN, encontraram médias de consumo semelhantes às deste trabalho, com valores de 24,7kg MS/dia, o que equivaleu a 4,2% do peso vivo. Abel-Caines et al. (1997) também utilizando silagem de milho e feno de alfafa como volumosos, em dietas com 30% de FDN, encontraram consumo semelhante, da ordem de 24,8 kg MS/dia para animais que tinham em média 551 kg de peso vivo, o que equivaleu a 4,5% do peso vivo. Valores para consumo além das estimativas do NRC seriam justificados no fato de que animais submetidos, ao longo de sua vida, a dietas mais fibrosas, tendem a adaptar-se a essas dietas aumentando a capacidade ingestiva por distensão do trato gastrointestinal (Mertens, 1994; Van Soest, 1994).

A produção de leite não foi influenciada pela inclusão de gordura na dieta (P=0,21), assim como a produção corrigida para 3,5% de gordura (P=0,82), não indicando efeito da gordura sobre essa variável, o que está em concordância com os dados de Malafaia et al. (1996), Drackley et al. (1998) e Vargas et al.

(2002). A suplementação com gordura em dietas para vacas leiteiras tem como um dos principais objetivos permitir uma maior ingestão de energia em situações nas quais a capacidade de consumo dos animais seja restrita, como no início da lactação, por exemplo. Quando isso acontece, o balanço energético negativo pode ser amenizado e permitir que o animal manifeste mais plenamente seu potencial genético. Na prática, entretanto, nem sempre isso é possível uma vez que a gordura suplementar produz outros efeitos sobre o metabolismo do animal e sobre a fermentação ruminal que podem, inclusive, fazer com que o animal ingira menor quantidade de energia comparativamente a uma dieta sem gordura suplementar. Neste caso pode não haver, como no presente experimento, resultado positivo na produção de leite.

Trabalhando com níveis de zero e 5% de gordura adicional, em diferentes relações forragem : concentrado, Jerred et al. (1990) não encontraram efeitos sobre a produção de leite que foi de 39,2 e 38,8 kg/dia, respectivamente. Entretanto, encontraram efeito da suplementação lipídica sobre o consumo de matéria seca, sendo os valores de 23,6 e 22,1 kg/dia, para os tratamentos sem e com gordura suplementar, respectivamente.

A ausência de efeito das gorduras adicionadas à dieta em relação à produção de leite neste experimento provavelmente ocorreu em função de que a maior eficiência metabólica esperada da gordura em relação aos carboidratos (Coppock & Wilks, 1991) estaria sendo anulada pela redução de consumo, o que proporcionou um aumento quadrático na ingestão de energia. Além disso, outro ponto a considerar seria que a redução no consumo de proteína bruta poderia estar relacionada não só à redução do teor protéico do leite que ocorreu, como também poderia, segundo Peres (2001), afetar o volume de leite produzido, contrariando assim um dos objetivos da suplementação com gordura, que seria proporcionar aumento da produção de leite.

Em um trabalho com vacas da raça Holandesa, Bermudes (1999) não encontrou efeito da suplementação com zero ou 400g/dia de gordura protegida,

sendo a produção de leite de 37,1 e 35,1 kg/dia em um primeiro experimento e 31,3 e 30,9 kg/dia em um segundo experimento, para as dietas sem e com gordura, respectivamente. No mesmo sentido, López (2001), testando fontes de gordura em dietas para vacas da raça Jersey em início de lactação, não encontrou efeito sobre a produção de leite, que foi de 20,7; 21,3; 21,6 e 20,9 kg/dia para a dieta controle e aquelas contendo gordura na forma de sebo, gordura protegida e grãos de soja, respectivamente. Entretanto, a produção de leite corrigida para 4% de gordura no experimento de López (2001) foi diferente ($P<0,05$) apenas para o tratamento com gordura protegida (25,3 kg/dia) em relação ao controle (23,2 kg/dia), não ocorrendo diferença ($P>0,05$) em relação às demais fontes utilizadas (24,0 para a dieta com sebo e 23,9 kg/dia para grãos de soja).

Em outro trabalho, Abel-Caines et al. (1997) compararam fontes de gordura (caroço de algodão vs. grãos de soja) em dietas contendo níveis em torno de 5,8% de extrato etéreo e 30% de FDN, não encontrando diferença no consumo de matéria seca; entretanto, encontraram diferença na produção de leite (35,7 vs. 34,1 kg/dia), o que confirma a diversidade de resultados possíveis com a suplementação lipídica, dependendo de fatores já mencionados, como fonte, nível de inclusão e interações com outros componentes da dieta.

No trabalho de Nörnberg (2003) houve diferença ($P<0,05$) na produção de leite para as dietas com gordura em relação à dieta controle. As médias foram de 15,9 kg/dia para a dieta controle e de 17,3; 17,1 e 16,8 kg/dia para as dietas com gordura protegida, farelo de arroz mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, respectivamente.

Contrariamente, Rodriguez et al (1997) encontraram como resultados da suplementação com sais cálcicos de ácidos graxos, redução no consumo de matéria seca com valores de 23,2 e 21,8 kg/dia ($P<0,01$) para a raça Holandesa e 17,9 e 16,8 kg/dia ($P<0,01$) para a raça Jersey, em dietas com zero e 2,7% de gordura adicional, respectivamente, ao mesmo tempo em que houve aumento da

produção de leite tanto para animais da raça Holandesa (32,8 vs. 35,0 kg/dia; P<0,01) quanto para os da raça Jersey (22,6 vs. 24,3 kg/dia; P<0,01).

No trabalho de Onetti et al. (2002), os autores apontaram diferença significativa no consumo de matéria seca como resposta à adição de 2% de sebo na dieta de vacas leiteiras, sendo menor o consumo na dieta com adição de gordura (24,1 vs. 23,3 kg/dia). A produção de leite aumentou significativamente (36,0 vs. 37,4 kg/dia), o que produziu um importante efeito sobre a eficiência alimentar que passou de 1,49 na dieta controle para 1,61 na dieta com adição de 2% de sebo bovino. Eifert et al. (2003) encontraram, como resposta à suplementação com óleo de soja, redução de consumo de matéria seca (19,2 vs. 17,1 kg/dia; P<0,05) e de produção de leite (25,7 vs. 23,6 kg/dia; P<0,05), embora tenha havido aumento da eficiência alimentar, passando de 1,34 para 1,40 kg leite/kg de matéria seca ingerida, quando a dieta passou de 2,84 para 6,14% de extrato etéreo.

Outros trabalhos citam alterações da produção e composição do leite por efeito das gorduras, uma vez que o ambiente ruminal pode, sendo alterado, comprometer o aporte de proteína de origem microbiana para a glândula mamária (Palmquist & Jenkins, 1980). Isso, em última instância, poderia estar anulando uma possível resposta na produção de leite da gordura suplementar nas dietas. Vários outros trabalhos utilizando gordura na dieta de vacas em lactação têm relatado redução de consumo voluntário, com ausência de efeitos sobre a produção de leite, ou ausência de efeitos sobre o consumo concomitante à elevação da resposta na produção. Nas duas situações há melhoria da eficiência alimentar (Abel-Caines et al., 1997; Madison-Anderson et al., 1997; Vargas et al., 2002), o que em última instância consiste em uma resposta produtiva.

Apesar da ausência de efeito da suplementação lipídica sobre a produção de leite é preciso considerar que a quantidade de leite produzida, por si só, não é um indicativo de eficiência em um sistema de produção, mas apenas mais uma medida. Sendo assim, a produção de leite deve ser relacionada à

quantidade de insumos utilizados para sua obtenção, de modo que assim seja possível inferir sobre a eficiência do sistema. Entre os insumos que devem ser considerados o principal é a quantidade de alimentos consumida, uma vez que representa o maior grupo de despesas dentro do sistema de produção (vide Tabela 10).

A eficiência alimentar foi influenciada (P=0,02) pela inclusão de gordura nas dietas e provavelmente estaria também associada à redução dos carboidratos não fibrosos (CNF), que ocorreu como conseqüência do aumento da gordura. O aumento na concentração de energia nas dietas que ocorreu à medida que aumentou a inclusão da gordura, pode até certo ponto ser responsável pela dificuldade em atribuir causas aos efeitos observados.

Houve efeito linear com aumento da eficiência alimentar em função da suplementação lipídica (o efeito quadrático não foi significativo, P=0,35), uma vez que o consumo foi reduzido sem que isso tivesse afetado a produção de leite, o que repete os resultados encontrados por Vargas et al. (2002), que utilizou gordura de soja na forma de grão ou óleo, e está de acordo com DePeters & Cant (1992), Pantoja et al. (1996) e Madison-Anderson et al. (1997).

No trabalho de López (2001), testando fontes de gordura na dieta de vacas da raça Jersey no início de lactação, foi encontrada diferença na eficiência alimentar, sendo maior (1,21) para gordura protegida em relação à dieta controle (1,16). As dietas com sebo (1,18) e grãos de soja (1,18) ocuparam uma posição intermediária. A diferença na eficiência alimentar, ocorrida na dieta com gordura protegida foi causada por uma maior produção de leite, uma vez que o consumo de matéria seca não foi diferente entre os tratamentos. De modo semelhante, Nörnberg (2003) verificou maior eficiência alimentar quando utilizou gordura protegida em dietas para vacas da raça Jersey no início de lactação, quando comparada a uma dieta controle (0,96 vs 1,06 kg leite/kg MS; P<0,05). As dietas com farelo de arroz e óleo ou farelo de arroz e sebo, no trabalho de Nörnberg

(2003), não diferiram entre si, assim como das demais (1,02 e 1,04; P>0,05; respectivamente).

Trabalhando com níveis crescentes de inclusão de grãos de canola na dieta de vacas leiteiras (2,75; 4,0; 5,13; 6,6 e 7,6% de extrato etéreo), Khorasani & Kennelly (1998) não constataram efeito à medida que aumentou a inclusão de canola, sobre o consumo de matéria seca, que foi de 19,9; 21,3; 20,9; 20,1 e 20,2 kg/dia, assim como sobre a produção de leite, que foi de 25,3; 23,5; 25,1; 24,0 e 25,8 kg/dia, o que se traduziu em valores bastante próximos para eficiência alimentar (1,27; 1,10; 1,20; 1,19 e 1,27, respectivamente).

A tendência dos dados, assim como a equação de regressão, estão demonstradas na Figura 04.

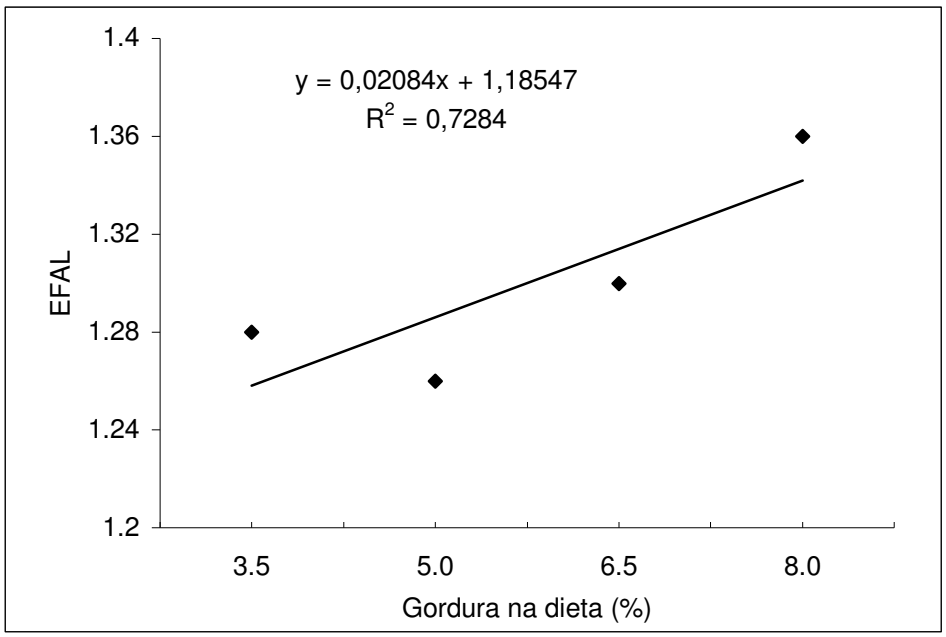

FIGURA 04 – Regressão dos valores de eficiência alimentar (EFAL), em kg de leite/kg de matéria seca ingerida, em função da suplementação lipídica na dieta.

Com base na equação de regressão, o aumento de eficiência alimentar foi de 0,021 para cada ponto percentual de aumento no teor de gordura dietética, no intervalo dos níveis testados.

Foi observado neste trabalho, para os animais do tratamento com maior nível de gordura um aumento de 6,3% na eficiência alimentar em relação aos do tratamento com menor nível e de 8,0% em relação aos do tratamento com 5,0% de gordura. Esta pode ser uma diferença importante quando se leva em consideração a eficiência de sistemas de produção.

4.2 Consumo de nutrientes e de energia líquida, energia do leite e eficiência energética

Os valores médios por tratamento para os consumos de proteína bruta, extrato etéreo ou gordura bruta, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, energia líquida de lactação, energia secretada no leite e eficiência energética encontram-se na Tabela 07. Os dados individualizados por tratamento, período, quadrado e vaca encontram-se nos apêndices 12 e 13, o resumo das análises de variância encontra-se nos apêndices 23 a 30 e das análises de regressão nos apêndices 50 a 57.

O consumo de proteína bruta foi influenciado significativamente pela inclusão de gordura nas dietas, apresentando efeito quadrático (P=0,01) em relação à gordura suplementar, como pode ser observado na Figura 05. Tal comportamento refletiu o efeito já mencionado da redução de consumo de matéria seca, uma vez que os teores de proteína bruta nas dietas utilizadas foram muito semelhantes (19,9; 19,9; 19,7 e 19,6%, para os tratamentos de um a quatro, respectivamente).

Apesar disso, o consumo de proteína em todos os tratamentos foi superior àquele estimado pelo NRC (2001) para animais nas condições deste trabalho, embora não se possa estabelecer conclusões sobre de que modo a

gordura presente nas dietas teria influenciado a digestibilidade deste nutriente. O ponto de inflexão da curva de ingestão de proteína bruta, que foi em 5,22 kg/dia, ocorreu, segundo os cálculos utilizando a equação de regressão, ao nível de 4,9% de gordura dietética.

TABELA 07 – Médias por tratamento para consumo de proteína bruta (PB), em kg/dia, extrato etéreo ou gordura bruta (GB), em kg/dia, carboidratos não fibrosos (CNF), em kg/dia, fibra em detergente neutro (FDN), em kg/dia, FDN em porcentagem do peso vivo, energia líquida de lactação (EL_L), em Mcal/dia, energia secretada no leite, em Mcal/dia e eficiência energética em Mcal leite/Mcal ingerida.

						Efeito[2](P=)	
	T 3,5	**T 5,0**	**T 6,5**	**T 8,0**	**EPM[1]**	**L**	**Q**
Consumo de PB (kg/dia)	5,13	5,22	5,10	4,82	0,18	<0,01	0,01
Consumo de GB (kg/dia)	0,82	1,29	1,71	1,97	0,05	<0,01	<0,01
Consumo de CNF (kg/dia)	10,20	10,08	9,61	8,60	0,35	<0,01	<0,01
Consumo de FDN (kg/dia)	7,93	7,85	7,69	7,45	0,28	<0,01	0,46
Consumo de FDN (%PV)	1,33	1,32	1,29	1,25	0,06	0,01	0,70
Consumo de EL_L (Mcal/dia)	41,48	44,10	45,05	43,76	1,61	<0,01	<0,01
Energia do leite (Mcal/dia)	21,47	21,24	21,41	20,83	2,06	0,60	0,81
Ef. Energética (Mcal leite/Mcal ingerida)	0,518	0,481	0,475	0,477	0,05	0,16	0,33

1 – Erro padrão da média.
2 – L: Linear; Q: Quadrático.

Por se tratarem de dietas isoprotéicas era esperada uma redução da ingestão de proteína em função da suplementação lipídica, uma vez que ao restringir a ingestão do alimento, a gordura termina por restringir a ingestão dos nutrientes nele contidos. Apesar disso, não possível uma associação do consumo de proteína nos tratamentos com as concentrações de nitrogênio uréico (Tabela 09). Os níveis deste metabólito estiveram dentro dos valores de referência da literatura e não possibilitaram conclusões sobre um possível excesso de N nas dietas. Apesar disso, o teor protéico do leite sofreu redução linear e a produção de proteína do leite tendeu a ser menor (Tabela 08).

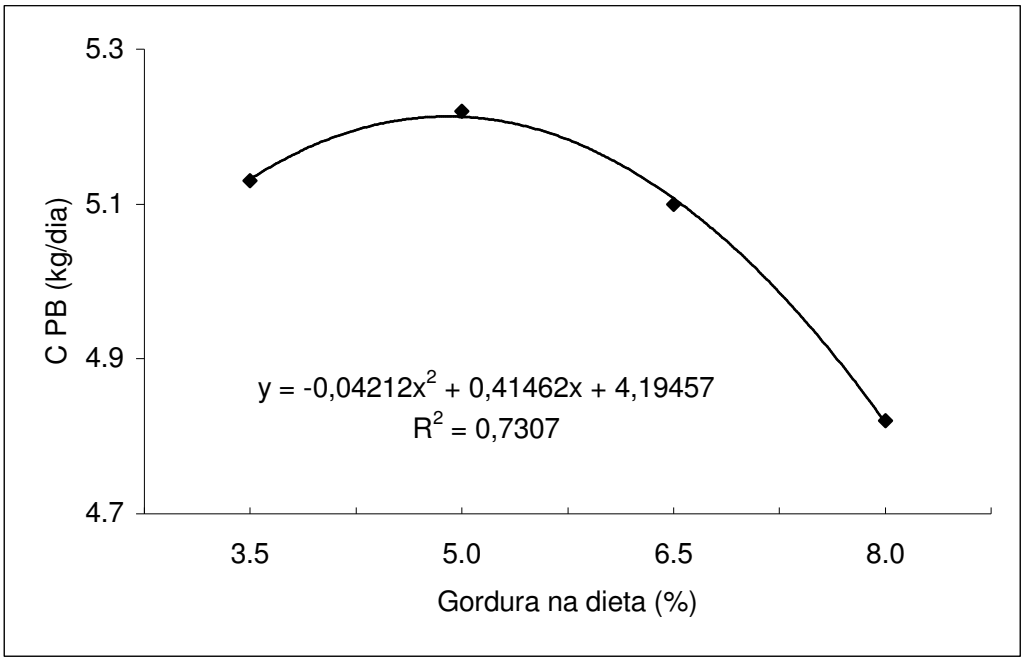

FIGURA 05 – Regressão dos valores de consumo de proteína bruta (CPB) em kg/dia, em função da suplementação de gordura na dieta.

As conseqüências da redução na ingestão de proteína, tratando-se de animais lactantes, aparecem marcadamente sobre a produção e composição do leite. São várias as pesquisas que mencionam redução do teor protéico do leite em dietas com suplementação lipídica (Sniffen et al., 1992; Drackley et al., 1998). As causas têm sido atribuídas a um efeito de diluição devido a uma maior produção leiteira (Rodriguez et al., 1997) ou, ainda, a fatores como a maior oxidação hepática de aminoácidos, diminuindo a disponibilidade para a glândula mamária (Chilliard & Ottou, 1995), ou mesmo pela menor disponibilidade de carboidratos em nível ruminal, o que causaria influência sobre a síntese de proteína microbiana (Allen, 2000; NRC, 2001). Neste trabalho, embora a inclusão de gordura tenha reduzido o teor de CNF nas dietas, seus níveis estiveram sempre dentro daqueles preconizados pelo NRC (2001), de 33 a 42% da matéria seca da dieta.

O consumo de gordura bruta (CGB) foi influenciado pelos tratamentos, apresentando efeito quadrático à suplementação lipídica conforme a equação:

$$CGB = -0{,}02266x^2 + 0{,}51726x - 0{,}71470 \ (R^2 = 0{,}9925;\ P<0{,}01),$$

com o ponto de inflexão da curva de consumo em 11,4% de gordura da dieta, fora dos níveis testados. Foi esperada uma curva próxima à linearidade, frente ao aumento da participação de gordura nas dietas experimentais. Como foram mantidos os níveis de fibra, houve redução dos carboidratos não fibrosos à medida que aumentou a participação das gorduras nas dietas.

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) foi influenciado pelos tratamentos com comportamento inverso ao consumo de gordura bruta, segundo a equação:

$$CCNF = -0{,}09770x^2 + 0{,}77254x + 8{,}68606 \ (R^2 = 0{,}8887;\ P<0{,}01).$$

Essa verificação ocorreu em função principalmente de sua variação nas dietas experimentais (39,6; 38,4; 37,1 e 35,0%, para os tratamentos de um a quatro, respectivamente) à medida que aumentou a participação de gordura nas mesmas. O ponto de máxima ingestão de CNF ocorreu a 4,0% de gordura dietética, sob influência do aumento de consumo de matéria seca, mesmo em contraposição à redução dos teores desta fração de nutrientes nas dietas.

O efeito dos tratamentos sobre o consumo de gordura bruta e carboidratos não fibrosos foram esperados e provavelmente ocorreriam independentemente da variação constatada no consumo de matéria seca entre os tratamentos. Uma correlação positiva entre CNF e consumo foi encontrada por Hayirli et al. (2002), trabalhando com vacas no período de transição. Este tipo de

correlação pode ocorrer, entre outras causas, em função da elevada correlação negativa entre CNF e FDN, que naturalmente ocorre nos alimentos.

O consumo de fibra em detergente neutro foi influenciado pelas dietas ($P<0,01$), diminuindo linearmente à medida que aumentou a participação de gordura nas mesmas, à razão de 0,108 kg/dia para cada ponto percentual de aumento no teor de gordura das dietas. Este comportamento pode ser observado na Figura 06.

A redução no consumo de FDN foi influenciada, entre outros fatores, pela variação demonstrada para consumo de matéria seca, uma vez que as dietas experimentais foram isofibrosas (30,8; 29,9; 29,7 e 30,3% para os tratamentos de um a quatro, respectivamente). Além disso, é possível inferir que como houve um aumento na ingestão de energia, esta pode ter contribuído para a sensação de saciedade em um nível menor de preenchimento do trato gastrointestinal.

A influência da fração fibrosa dos alimentos sobre o consumo voluntário tem sido amplamente demonstrada por vários pesquisadores (Waldo, 1986; Mertens, 1987 e 1994; Van Soest, 1994; Hayirli et al., 2002). Os efeitos estão mais relacionados à redução do consumo voluntário quando a concentração de FDN aumenta. Neste experimento os resultados obtidos podem estar indicando que a sensação de saciedade poderia ter sido atingida em um menor nível de preenchimento do rúmen-retículo devido ao aumento do consumo de energia, na medida em que aumentou a participação da gordura nas dietas. Isso se justifica no fato de que os efeitos da gordura sobre o metabolismo intermediário também são descritos como fatores que deprimem o consumo (Allen, 2000; Choi et al., 2000; NRC, 2001).

Segundo Van Soest (1994) e Allen (2000) uma resposta esperada à suplementação lipídica é um maior tempo de retenção da digesta no rúmen causado por fatores que levam à redução da taxa de degradação da fibra e,

portanto, à redução da passagem, o que aumenta o efeito de preenchimento da dieta.

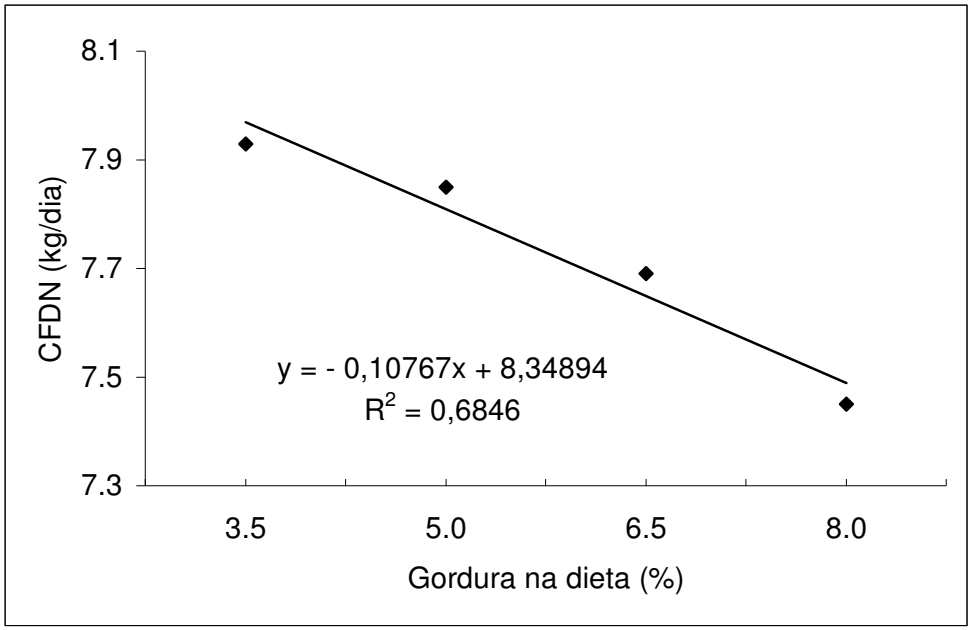

FIGURA 06 – Regressão dos valores de consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), em kg/dia, em função da suplementação de gordura na dieta.

Como já mencionado, o efeito depressor da dieta sobre o consumo voluntário termina por influenciar o consumo dos nutrientes da mesma, como foi o caso da FDN, uma vez que as dietas experimentais eram isofibrosas. Da mesma forma, o consumo de FDN relativo ao peso vivo também foi influenciado (P=0,01), apresentando redução linear à suplementação lipídica. Esta redução foi da ordem de 0,02% do peso vivo em FDN para cada ponto percentual de aumento no teor de gordura das dietas.

A redução no consumo de FDN, tanto em valores absolutos, quanto em relação ao peso vivo, ocorreu como conseqüência da redução no consumo de

matéria seca, influenciada pelos mesmos fatores. A variação dos valores médios por tratamento para o consumo de FDN relativo ao peso vivo podem ser observados na Figura 07.

O consumo de FDN em relação ao peso vivo seguiu um padrão de comportamento de redução em função da suplementação lipídica; todavia, os valores estiveram dentro ou ligeiramente acima daqueles citados por Mertens (1994) que variaram de 1,0 a 1,3% do peso vivo. Os valores encontrados para o presente experimento foram de 1,33; 1,32; 1,29 e 1,25% do peso vivo para os tratamentos com 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0% de gordura bruta, respectivamente. É possível que os valores de FDN tenham sido ligeiramente superestimados, pois se tratando de um cultivar de sorgo recomendado para silagem, seria indicada a utilização de α-amilase na análise daquela fração. A não utilização da enzima poderia ter superestimado os valores de FDN, levando os dados de consumo desta fração a estarem também levemente superestimados. Entretanto, outros trabalhos, como o de Abel-Caines et al. (1997) também encontraram valores acima dos preconizados por Mertens (1987), com médias de 1,37 e 1,34% do peso vivo para os tratamentos com caroço de algodão, e grãos mais cascas de soja, respectivamente.

Assim como para o consumo de matéria seca, autores como Mertens (1994) e Van Soest (1994) afirmaram que animais de alto potencial de produção criados em condições de dietas com elevados teores de fibra, ou naquelas dietas com espécies forrageiras de ciclo estival, tendem ao longo do tempo a aumentar sua capacidade ingestiva por distensão do trato gastroinstestinal, o que justificaria os dados encontrados.

O consumo de energia líquida de lactação foi influenciado pelos tratamentos ($P<0,01$), aumentando de modo quadrático em relação à inclusão de gordura nas dietas. Tais resultados sofreram influência da redução de consumo de matéria seca, embora, por outro lado, este efeito pode estar associado ao aumento na concentração de energia das dietas à medida que aumentou a

participação de gordura nas mesmas. Os valores de energia líquida de lactação foram de 1,61; 1,68; 1,74 e 1,78 Mcal/kg de matéria seca para os tratamentos com 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0% de gordura bruta, respectivamente.

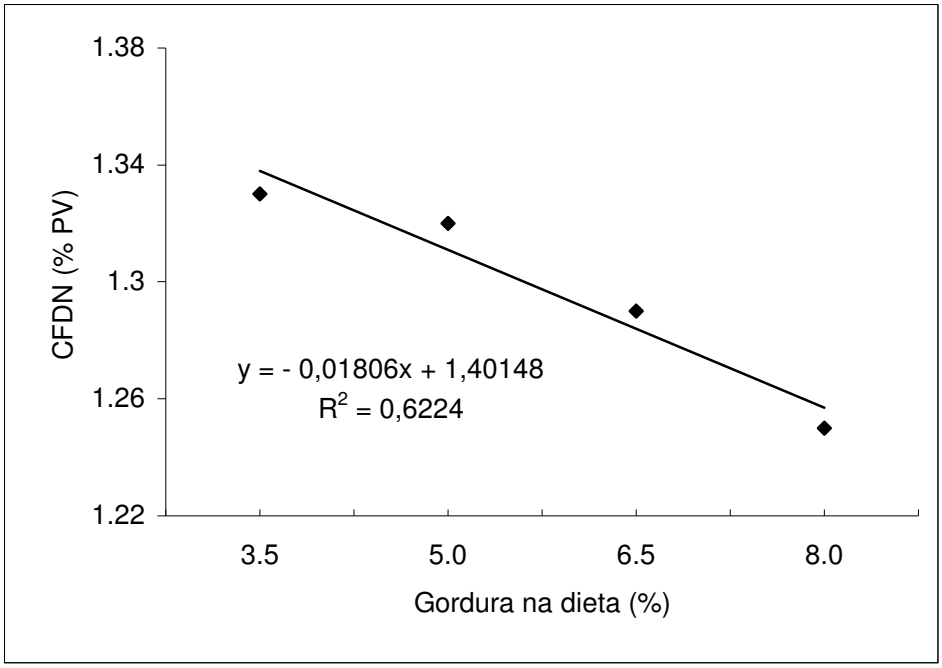

FIGURA 07 – Regressão dos valores de consumo de fibra em detergente neutro (FDN) em porcentagem do peso vivo, em função da suplementação de gordura na dieta.

O ponto de inflexão da curva calculado na equação de regressão apontou o maior consumo de energia líquida a 6,3% de gordura suplementar (44,98 Mcal/dia), acima do ponto de maior consumo de matéria seca (5,1% de gordura bruta). Este efeito pode estar relacionado à variação da concentração energética das dietas, o que permitiu que a ingestão de energia ainda fosse crescente, mesmo quando a ingestão de matéria seca havia ultrapassado o ponto de inflexão da curva e era decrescente. A partir deste nível a influência da gordura sobre o consumo seria mais importante do que o nível energético da dieta

naquele tratamento, ficando assim evidente a redução do consumo de energia, mesmo em uma dieta que continha maior teor energético.A variação nos valores para consumo de energia líquida é apresentada na Figura 08.

Sempre que a suplementação lipídica for utilizada como forma de aumentar a ingestão de energia é importante que o consumo de matéria seca seja mantido, ou pelo menos não seja muito diminuído, pois a vantagem advinda de uma dieta com maior concentração energética pode ser perdida pela menor ingestão de matéria seca. De modo diferente dos CNF, segundo Hayirli et al. (2002), o aumento do extrato etéreo pode não ocasionar aumento do consumo de energia por que pode haver comprometimento do consumo de matéria seca.

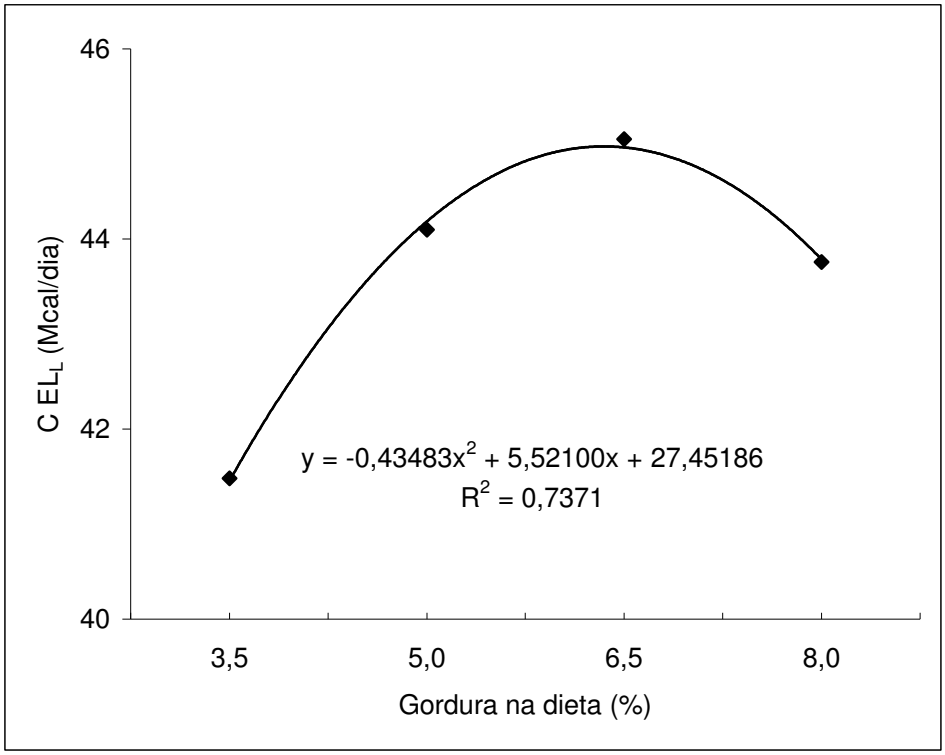

FIGURA 08 – Regressão dos valores de consumo de energia líquida de lactação (CEL_L) em Mcal/dia, em função da suplementação de gordura na dieta.

Houve um aumento na concentração de energia à medida que aumentou a participação de gordura entre os tratamentos. Essa pequena diferença na concentração energética das dietas, que influenciou o consumo de energia, deve ser considerada como um fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos. Apesar disso, não é possível detalhar de que modo o teor energético, associado a outros fatores das dietas e ao padrão de consumo de matéria seca, pode ter influenciado os resultados obtidos.

Os dados discutidos acima estão baseados na energia líquida das dietas, calculadas levando-se em consideração que a digestibilidade das dietas foi a mesma, o que pode não ser verdadeiro, uma vez que segundo Pantoja et al. (1996) a digestibilidade não só da gordura, mas de outros nutrientes da dieta, pode ser afetada pelo nível de suplementação lipídica, tanto a digestibilidade total ao longo do trato digestivo, quanto o local de digestão dos nutrientes. No presente trabalho não foram obtidos dados de digestibilidade das dietas.

A energia secretada no leite não foi influenciada pelos tratamentos (P=0,60 para efeito linear; P=0,81 para efeito quadrático). Essa ausência de efeito reflete a produção de leite, que não diferiu, assim como a maioria dos seus componentes. A gordura do leite, que tem importante contribuição sobre a concentração energética do leite, não apresentou diferença significativa em relação aos níveis de gordura utilizados nas dietas. Em parte, este fato se deve ao elevado coeficiente de variação verificado tanto para teor de gordura, quanto para a quantidade de gordura produzida diariamente no leite.

A quantidade de energia secretada no leite foi calculada a partir das fórmulas do NRC (2001), que levam em consideração o valor energético de cada componente sólido do leite para estimativa do seu valor energético, multiplicando-se esses valores pela quantidade de leite produzida. A partir dos valores da energia do leite foram calculados os valores de eficiência energética, relacionando-os à ingestão de energia líquida de lactação. Estes valores não diferiram entre os tratamentos (P=0,16 para efeito linear; P=0,33 para efeito

quadrático), confirmando os resultados de Pantoja et al. (1996) que verificaram efeito da gordura sobre a eficiência alimentar, mas não sobre a eficiência energética. Segundo estes autores, isso pode ser devido à grande variedade de fatores envolvidos nas respostas em produção de leite e as interações entre eles. Em outro trabalho, de Drackley et al. (1998), foi verificado efeito das gorduras sobre o balanço energético na primeira metade da lactação, mas não na segunda.

4.3 Composição do leite

As médias de tratamento para teor (%) e produção diária (kg) de proteína do leite, gordura, lactose, sólidos totais e teor (mg/dL) de nitrogênio uréico do leite, encontram-se na Tabela 08. Os dados individualizados por tratamento, quadrado, período e vaca encontram-se nos apêndices 14 e 15. Os resumos da análise de variância encontram-se nos apêndices 31 a 39 e das análises de regressão nos apêndices 58 a 66.

O teor protéico do leite sofreu efeito da suplementação lipídica. A redução do teor protéico do leite ocorreu, provavelmente, em função de um menor aporte de aminoácidos para a glândula mamária que, embora não tivesse contribuído para a redução do volume de leite produzido, teria sido suficiente para influenciar o seu teor protéico. O teor protéico do leite foi reduzido, apresentando efeito linear à suplementação lipídica, segundo a equação:

$$\%PB\ leite = -\ 0{,}03688x + 3{,}18188;\ R^2 = 0{,}8937\ (P<0{,}01),$$

à razão de 0,037% para cada ponto percentual de aumento na suplementação lipídica, entre os níveis testados.

Um efeito de diluição em função de uma maior produção de leite, como resultado da suplementação lipídica, é descrito em alguns trabalhos no que diz

respeito à proteína do leite. Tal efeito não ocorreu no presente experimento, uma vez que a suplementação lipídica não contribuiu para o aumento da produção de leite. Dessa forma, as razões que poderiam ter contribuído para a redução do teor protéico do leite estariam ligadas ao aporte de aminoácidos para a glândula mamária e à maneira como a gordura suplementar teria influenciado esse aporte ou, ainda, a um possível efeito da gordura sobre a captação de aminoácidos pela glândula mamária, conforme mencionado por Coppock & Wilks (1991).

TABELA 08 – Valores médios por tratamento para teor (%) e produção (kg/dia) de proteína bruta, gordura, lactose e sólidos totais, e concentração (mg/dL) de nitrogênio uréico do leite (NUL)

						Efeito[2] (P=)	
	T 3,5	**T 5,0**	**T 6,5**	**T 8,0**	**EPM[1]**	**L**	**Q**
Teor de proteína bruta (%)	3,07	2,98	2,93	2,90	0,09	<0,01	0,34
Prod. de proteína (kg/dia)	1,00	0,99	1,00	0,95	0,05	0,11	0,39
Teor de gordura (%)	3,32	3,16	3,12	3,17	0,36	0,39	0,43
Prod. de gordura (kg/dia)	1,09	1,05	1,06	1,05	0,16	0,68	0,89
Teor de lactose (%)	4,45	4,51	4,42	4,39	0,06	0,12	0,60
Prod. de lactose (kg/dia)	1,45	1,48	1,50	1,45	0,08	0,89	0,23
Sólidos totais (%)	11,82	11,57	11,47	11,42	0,41	0,08	0,32
Sólidos totais (kg/dia)	3,86	3,86	3,89	3,78	0,31	0,68	0,62
N uréico no leite (mg/dL)	9,34	7,98	7,96	7,49	0,88	0,19	0,15

1 – Erro padrão da média.
2 – L: Linear; Q: Quadrático.

A redução verificada no teor de proteína do leite, em função da gordura suplementar, confirma os resultados de outros trabalhos (Erickson et al., 1992; Kim et al., 1993; Pantoja et al., 1994; Maiga et al., 1995). Este resultado, muito freqüente quando gordura é suplementada, parece ser, segundo Allen (2000), conseqüência de uma redução da disponibilidade de carboidratos para a síntese de proteína microbiana e, ainda que os níveis de CNF das dietas tivessem sido mantidos dentro dos padrões recomendados pelo NRC (2001), a redução da quantidade consumida poderia ter contribuído para o efeito citado. Outro fator a

considerar seria o efeito da gordura livre sobre o ambiente ruminal (Palmquist & Jenkins, 1980; NRC, 2001), o que necessitaria de dados de digestibilidade para poder ser confirmado. Ainda, a maior oxidação hepática de aminoácidos para a gliconeogênese, como conseqüência de um menor aporte de propionato no fígado poderia, segundo alguns autores, estar contribuindo para a redução do teor protéico do leite por reduzir a disponibilidade de aminoácidos para a glândula mamária (Chilliard & Ottou, 1995; Rodriguez et al., 1997; Allen, 2000). Segundo Cant et al. (1993), citados por Pantoja et al. (1996), a redução da porcentagem de proteína no leite de vacas suplementadas com gordura pode ser atribuída a um aumento de eficiência de utilização da energia associado ao efeito de diluição por uma produção leiteira maior. Para Wu & Huber (1994) a redução de consumo de matéria seca, que normalmente acompanha a suplementação lipídica, associada à redução do aporte de aminoácidos críticos para a síntese de leite na glândula mamária é responsável pelo teor reduzido de proteína no leite de animais suplementados. Confirmando essas observações, Nörnberg (2003) encontrou, como efeito da utilização de três fontes de gordura suplementar em comparação a uma dieta sem gordura suplementar, redução do teor de proteína bruta no leite dos animais suplementados. As médias foram 3,90% para a dieta controle e 3,63; 3,65 e 3,75% para as dietas contendo gordura protegida, farelo mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, respectivamente.

Madison-Anderson et al. (1997) verificaram efeito da gordura suplementar sobre a proteína do leite, que passou de 3,03 para 2,96% ($P<0,01$) em dietas com 2,6 e 5,5% de extrato etéreo, respectivamente.

No trabalho de Drackley et al. (1998) o teor de proteína do leite sofreu influência da suplementação lipídica, sendo reduzido de 3,08 para 3,02% ($P= 0,0004$) na primeira metade da lactação, assim como na segunda metade, quando diminuiu de 3,22 para 3,15% ($P= 0,04$) com a suplementação lipídica. As dietas do referido trabalho continham teores de ácidos graxos totais de 2,75 e 6,04% para a primeira metade da lactação e de 2,53 e 3,84% na segunda metade.

Entretanto, em um trabalho testando diferentes fontes de gordura, López (2001) não encontrou efeito da gordura suplementar sobre o teor de proteína do leite de vacas da raça Jersey, com valores de 3,60% para a dieta controle e 3,44; 3,46 e 3,49% para as dietas com sebo, gordura protegida e com grãos de soja, respectivamente, do mesmo modo como para a produção diária de proteína do leite, com valores de 0,75; 0,74; 0,76 e 0,73 kg/dia, respectivamente. Igualmente Bermudes (1999), trabalhando com vacas da raça Holandesa, não encontrou efeito da suplementação com 400g/dia de gordura protegida em relação a uma dieta sem gordura suplementar, com médias para produção de proteína de 1,056 e 1,007 kg/dia, para as dietas sem e com gordura suplementar, respectivamente.

Onetti et al. (2002), testando os efeitos da adição de zero ou 2% de sebo em dietas com diferentes proporções entre silagem de milho e alfafa, não verificaram efeito da adição de gordura na dieta sobre o teor de proteína do leite, com valores de 3,31 e 3,27% ($P>0,05$). Do mesmo modo, Bermudes (1999) não observou diferença no teor de proteína do leite de vacas da raça Holandesa (2,83 vs. 2,86%) quando comparou dietas com zero ou 400 g/dia de sais cálcicos de ácidos graxos.

A produção diária de proteína do leite não se alterou pela inclusão de gordura nas dietas, embora as médias estejam distribuídas segundo uma tendência de redução ($P=0,11$). Este resultado nada mais é do que um reflexo da pequena redução do teor protéico do leite, associado à ausência de efeito na quantidade de leite produzida. Resultado semelhante foi relatado por Rodriguez et al. (1997), que encontraram efeito da gordura suplementar sobre o teor de proteína do leite, mas não sobre sua produção diária. Uma revisão de Wu & Huber (1994) a respeito dos efeitos da suplementação lipídica sobre a proteína do leite, revelou em muitos trabalhos a redução do teor protéico do leite sem alterações, ou com leve aumento da produção diária de proteína, o que está em conformidade com os dados deste trabalho e confirmam a constatação de

Mühlbach et al. (2000), que relatam que o efeito sobre a produção de proteína no leite depende de como a suplementação lipídica irá afetar a produção de leite.

Trabalhando com vacas da raça Jersey no início da lactação, Nörnberg (2003) verificou redução do teor de proteína do leite em resposta a diferentes fontes de gordura suplementar. Entretanto, a produção diária de proteína bruta não foi diferente, como reflexo de um aumento da quantidade de leite produzida. As médias para produção diária de proteína bruta no leite foram 0,616 kg/dia para a dieta sem gordura suplementar e 0,622; 0,622 e 0,624 kg/dia para as dietas com gordura protegida, farelo de arroz mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, respectivamente.

A concentração e a quantidade diária de gordura do leite não foram influenciadas pela inclusão de gordura nas dietas experimentais (P= 0,39 e P=0,68, respectivamente). O padrão de resposta obtido neste experimento pode ser interpretado como um indicativo de que os tratamentos não produziram grandes alterações sobre o ambiente ruminal, uma vez que quantidades elevadas de gordura insaturada no rúmen poderiam proporcionar a presença de inibidores da síntese de ácidos graxos na glândula mamária (Bauman & Griinari, 2001; NRC, 2001; Griinari et al., 2004). Duas razões podem estar relacionadas à ausência de efeitos dos tratamentos sobre a gordura do leite. A primeira é a de que os teores de gordura, embora tenham apresentado valores que estão dentro dos limites normais para a raça, foram baixos em todos os tratamentos (3,32; 3,16; 3,12 e 3,17%, para os tratamentos com 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0% de gordura bruta, respectivamente). Isso por si só, mais a variação individual dos resultados, caracterizada pelos elevados coeficientes de variação (CV= 11,5% para concentração de gordura e 15,5% para produção diária) provavelmente foram uma das causas para a ausência de efeito na análise estatística. Outra razão para a ausência de efeito poderia estar associada à capacidade da fibra presente na dieta de minimizar os efeitos negativos da gordura livre sobre a atividade microbiana ruminal (Grant & Weidner, 1992), pela sua efetividade e pela

capacidade, principalmente da alfafa, de adsorver a gordura livre (Smith et al., 1993; Onetti et al., 2002).

Em um trabalho de Bermudes (1999), não foi verificado efeito da suplementação de uma fonte de gordura ruminalmente inerte sobre o teor de gordura do leite, mas houve efeito sobre a produção diária de gordura, com médias de 1,062 e 1,161 kg/dia (P<0,05) para as dietas sem e com gordura suplementar, respectivamente. Também López (2001) não encontrou efeito (P<0,05) de fontes de gordura suplementar sobre a concentração e produção de gordura no leite de vacas Jersey. Este autor encontrou médias de 4,79; 4,83; 5,07 e 4,96% de gordura no leite para os tratamentos controle, com sebo, gordura protegida e com grãos de soja, respectivamente. A produção diária de gordura no leite foi de 1,00; 1,04; 1,11 e 1,04 kg/dia para os referidos tratamentos.

Em um trabalho de Drackley et al. (1998), utilizando uma mistura de grãos de soja e gordura animal líquida, os autores observaram que o teor de gordura do leite apenas tendeu a diminuir de 3,49 para 3,43% (P=0,07) na primeira metade da lactação, em dietas com teores de ácidos graxos de 2,75 e 6,04%, enquanto não ocorreu diferença na segunda metade da lactação, sendo os teores de gordura de 3,62 e 3,55% (P= 0,18) para dietas com porcentagem de ácidos graxos de 2,53 e 3,84%, respectivamente.

Em um outro experimento, Nörnberg (2003) verificou efeito da suplementação lipídica sobre o teor de gordura no leite. O valor encontrado para a dieta com farelo de arroz mais óleo de arroz (4,87%) diferiu (P<0,05) da dieta controle (5,24%). As dietas contendo gordura suplementar na forma de farelo de arroz mais sebo (5,08%) e gordura protegida (5,11%) não diferiram entre si e nem das demais (P>0,05). Nesse experimento, a quantidade de gordura produzida diariamente no leite foi diferente (P<0,05) para a dieta com gordura protegida (0,877 kg/dia) em relação à dieta controle (0,831 kg/dia), mas as dietas contendo farelo de arroz mais sebo (0,851 kg/dia) e farelo de arroz mais óleo de arroz (0,828 kg/dia) não diferiram entre si e também das demais (P>0,05). As

diferenças verificadas por Nörnberg (2003) em relação à quantidade de gordura produzida diariamente refletiram o efeito dos tratamentos sobre a quantidade de leite produzida.

Embora os animais da raça Jersey produzam leite com elevado teor de gordura, quando é considerada a quantidade de gordura produzida diariamente, os valores são próximos àqueles produzidos por animais da raça Holandesa, o que pode, quando são comparados animais de alto padrão genético, aproximar as duas raças no que diz respeito à eficiência alimentar, quando esta é corrigida para um mesmo teor de gordura no leite.

O teor de lactose não foi influenciado pelos tratamentos (P=0,12, linear; P=0,60, quadrático) como efeito da suplementação lipídica, assim como a produção diária de lactose (P=0,89, linear; P=0,23, quadrático).

O efeito da suplementação lipídica sobre o teor de lactose do leite poderia ser devido a uma possível redução da síntese ruminal de propionato, que causaria redução do aporte de glicose para a síntese de lactose na glândula mamária. Entretanto, mais de um efeito pode atuar simultaneamente sobre este componente quando se utiliza gordura suplementar, tal como a oxidação, pelos tecidos periféricos, de maior quantidade de ácidos graxos. Isto resultaria em maior disponibilidade de glicose para a glândula mamária, o que tornaria possível tanto o aumento da quantidade de leite produzida quanto, possivelmente, ligeiro aumento da concentração de lactose no leite.

Trabalhos como o de Rodriguez et al.(1997) demonstraram efeito da gordura dietética sobre a produção diária de lactose como reflexo do aumento da produção de leite, uma vez que sobre sua porcentagem o efeito apareceu apenas para animais da raça Jersey e não para os da raça Holandesa. Segundo Madison-Anderson et al. (1997) pequenas diferenças que ocorrem no teor de lactose, independente do tipo de suplementação, podem produzir diferenças estatísticas porque o coeficiente de variação é sistematicamente baixo, mas não serem

biologicamente significativas, ou pelo menos são difíceis de explicar em função do número de causas possíveis e da interação entre elas.

Bermudes (1999) não encontrou efeito da gordura sobre o teor de lactose no leite. Da mesma forma, López (2001) não verificou diferença na concentração e tampouco na quantidade diária de lactose no leite. As médias no trabalho de López (2001) foram 4,84; 4,86; 4,84 e 4,95% para as dietas controle, com sebo, gordura protegida e grãos de soja, respectivamente. A quantidade diária de lactose para os referidos tratamentos foi de 1,03; 1,06; 1,06 e 1,04 kg/dia, respectivamente. Ao contrário, Nörnberg (2003) encontrou influência ($P<0,05$) da gordura suplementar sobre a quantidade de lactose produzida diariamente, independentemente da fonte de gordura utilizada, com médias de 0,722 kg/dia para a dieta controle, sem gordura suplementar e 0,784; 0,778 e 0,761 kg/dia para as dietas com gordura suplementar. Este efeito foi conseqüência de uma maior produção de leite, uma vez que a concentração de lactose não foi diferente entre os tratamentos (4,51; 4,50; 4,54 e 4,50%, respectivamente).

O teor de sólidos totais não foi influenciado pelos tratamentos, embora tenha apresentado uma tendência de redução ($P=0,08$) acompanhando a diminuição do teor protéico do leite. Do mesmo modo, a produção diária de sólidos totais, que não variou com os tratamentos, provavelmente tenha seguido a mesma tendência da produção diária de proteína no leite, desde que os demais componentes sólidos não variaram. Este padrão de resultado foi esperado, levando em consideração que o valor obtido para sólidos totais, tanto em porcentagem, quanto em quantidade diária, nada mais é do que a soma dos componentes gordura, proteína bruta, lactose e matéria mineral e, portanto, reflete as suas concentrações e quantidades do mesmo modo que quando analisadas em separado.

Trabalhando com vacas da raça Jersey, Nörnberg (2003) encontrou diferença ($P<0,05$) para teor de sólidos totais no leite como conseqüência da

suplementação lipídica, independentemente da fonte de gordura utilizada. Os valores foram 14,63; 14,18; 13,99 e 14,29%. Com relação à quantidade de sólidos totais produzida diariamente houve diferença (P<0,05) apenas entre a dieta controle (2,32 kg/dia) e a dieta com gordura protegida (2,45 kg/dia). As dietas contendo farelo de arroz mais óleo de arroz (2,39 kg/dia) e farelo de arroz mais sebo (2,39 kg/dia) não diferiram (P>0,05) entre si e também das demais. As diferenças para sólidos totais encontradas no experimento de Nörnberg (2003) refletiram o efeito dos tratamentos sobre a quantidade de leite produzida.

Em um experimento anterior, López (2001) não encontrou diferença de fontes de gordura sobre o teor de sólidos totais do leite. Os valores encontrados foram 14,16; 14,02; 14,26 e 14,31%. Esse resultado, confirmando observações anteriores, foi um reflexo da ausência de efeito dos tratamentos sobre os componentes do leite a partir dos quais são calculados os valores para sólidos totais, assim como da quantidade de leite produzida nos diferentes tratamentos.

A concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) não se alterou em função dos tratamentos (P=0,19), o que está em concordância com os dados de Drackley et al. (1998). Bermudes (1999) não encontrou efeito da suplementação de gordura protegida sobre o teor de nitrogênio uréico, com médias de 15,02 e 15,49 mg/dL, respectivamente. Da mesma forma, no trabalho de López (2001) não foi evidenciada diferença na concentração de uréia no leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes fontes de gordura suplementar. As médias foram 31,70; 35,88; 37,72; 31,18 mg/dL (14,88; 16,84; 17,70 e 14,63 mg/dL para nitrogênio uréico).

Os resultados encontrados no presente experimento poderiam estar associados, embora isso não tenha sido verificado, a uma redução do teor de proteína verdadeira no leite. Tal hipótese é possível em função de que, teoricamente, a concentração de NUL deveria acompanhar a variação de nitrogênio uréico do sangue (NUS) uma vez que a transferência ocorre de forma direta. Este fator, associado à redução do teor de proteína total do leite, seria um

indicativo da redução do teor de N caseínico. Os resultados de Drackley et al. (1998) indicam uma redução do N caseínico como efeito da suplementação lipídica na primeira metade da lactação, assim como os de Rodriguez et al. (1997). Confirmando esses resultados, López (2001) encontrou diferença (P<0,05) de fontes de gordura suplementar, na dieta de vacas Jersey, sobre o teor de caseína do leite, com médias de 2,62; 2,52 e 2,44% para as dietas controle, contendo sebo e gordura protegida, respectivamente. A dieta contendo grãos de soja (2,51%) não diferiu (P>0,05) daquela contendo sebo, mas foi diferente das demais. Também Nörnberg (2003) encontrou diferença (P<0,05) para teor de caseína no leite de vacas da raça Jersey no início da lactação. As médias encontradas foram 2,98; 2,73; 2,76 e 2,86%, para a dieta controle e as contendo gordura protegida, farelo de arroz mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, sendo que apenas as dietas contendo gordura protegida e farelo mais óleo de arroz não diferiram entre si, mas foram diferentes das demais.

4.4 Parâmetros sanguíneos

Na Tabela 09 pode-se observar as médias por tratamento dos níveis séricos de glicose (mg/dL), colesterol total (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e nitrogênio uréico (mg/dL). Os valores individualizados por período, quadrado, tratamento e vaca constam no apêndice 16 e os resumos da análise de variância, nos apêndices 40 a 43. Os resumos das análises de regressão encontram-se nos apêndices 67 a 70.

Não foi observado efeito (P=0,84) da inclusão de níveis crescentes de gordura na dieta sobre a concentração sérica de glicose. Os valores estiveram próximos entre si e dentro da faixa de normalidade, que varia entre 35 a 75 mg/dL, segundo a literatura (Blood & Radostits, 1991; Kaneco, 1997; Manual Merck de Veterinária, 1997).

O coeficiente de variação encontrado para concentração sérica de glicose (8,44%), que está acima do que seria considerado normal, pode ter contribuído para a ausência de significância na análise estatística. Os valores encontrados neste experimento confirmam os resultados de outros trabalhos (Johnson et al., 1988), que não encontraram efeitos da gordura sobre a concentração sérica de glicose. Resultados semelhantes foram encontrados por López et al. (2004) trabalhando com vacas Jersey, com médias para concentração sérica de glicose de 56,4; 57,4; 56,3 e 56,7 mg/dL para as dietas controle, contendo sebo, gordura protegida e grãos de soja, respectivamente. Em outro trabalho, Nörnberg (2003) encontrou médias de 63,6; 62,1; 63,3 e 63,8 mg/dL, que não foram estatisticamente diferentes (P>0,05).

TABELA 09 - Valores médios por tratamento para concentração de glicose (mg/dL), colesterol total (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e nitrogênio uréico (mg/dL) do soro dos animais

						Efeito[2] (P=)	
	T 3,5	**T 5,0**	**T 6,5**	**T 8,0**	**EPM[1]**	**L**	**Q**
Glicose (mg/dL)	45,8	46,5	46,9	45,3	3,89	0,84	0,40
Colesterol total (mg/dL)	166,0	178,0	201,3	221,7	12,87	<0,01	0,40
Triglicerídeos (mg/dL)	7,80	8,00	8,30	7,50	2,80	0,87	0,64
N uréico (mg/dL)	18,08	17,33	16,17	17,50	1,19	0,15	0,02

1- Erro padrão da média.
2- L: Linear; Q: Quadrático.

Segundo Chilliard & Ottou (1995), a suplementação lipídica reduziria a produção de propionato, o que poderia afetar negativamente a glicemia, caso esta não seja plenamente compensada pelo possível aumento da oxidação hepática de aminoácidos.

Outros autores relatam o aumento da glicemia como efeito da suplementação lipídica. A razão para esse aumento, segundo Jenkins & Jenny (1989) e Elliott et al. (1993), seria a de que o fornecimento de gorduras poderia

resultar em menor utilização de glicose para algumas funções metabólicas, algumas das quais poderiam ser supridas por ácidos graxos oriundos da dieta, elevando dessa forma a glicemia.

Os resultados são controversos, e Elliott et al. (1993) atribuíram essa constatação ao tipo de gordura utilizada, que pode produzir efeitos maiores ou menores sobre a concentração de hormônios e/ou metabólitos sanguíneos, dependendo de fatores como grau de saturação, forma física, grau de proteção e nível de inclusão na dieta. Um trabalho de Khorasani & Kennelly (1998) testou os efeitos de níveis crescentes de grãos de canola sobre o perfil metabólico de vacas leiteiras. Estes autores verificaram diferenças significativas, seguindo uma tendência cúbica, nos níveis sanguíneos de glicose à medida que aumentou a gordura na dieta; todavia, as médias estiveram próximas entre si e em relação aos valores de referência da literatura.

Algumas das funções nas quais a glicose seria poupada em dietas com suplementação lipídica poderiam estar relacionadas à redução da oxidação de glicose para produzir NADPH necessário à síntese “de novo” de ácidos graxos e à própria produção de ATP, que poderia ser mantida pela oxidação de ácidos graxos da dieta. Além disso, a redução da secreção de insulina ou até mesmo a insensibilidade à insulina, como resposta à suplementação lipídica, seriam alguns dos mecanismos envolvidos na manutenção ou aumento da glicemia durante a suplementação lipídica (Bauman & Griinari, 2001; Griinari et al., 2004).

Embora exista grande diversidade de resultados na literatura, os valores de referência para a glicemia em bovinos são bastante amplos, o que cria uma certa dificuldade para conclusões sobre os possíveis efeitos de tratamentos em relação a este metabólito. A suplementação lipídica, em níveis crescentes na dieta, não produziu efeito sobre a concentração sérica de glicose no presente trabalho, provavelmente devido aos vários mecanismos orgânicos que contribuem simultaneamente para o equilíbrio da glicemia, além do que, como discutido anteriormente, a gordura livre no rúmen poderia estar reduzindo a síntese de

precursores de glicose, o que poderia, então, estar contrapondo-se a um possível aumento da glicemia.

A concentração sérica de colesterol total apresentou efeito (P<0,01), demonstrando uma resposta linear ao aumento do nível de gordura das dietas à razão, segundo a equação de regressão, de 12,7 mg/dL para cada ponto percentual de aumento na gordura dietética entre os níveis testados, como pode ser observado na Figura 09.

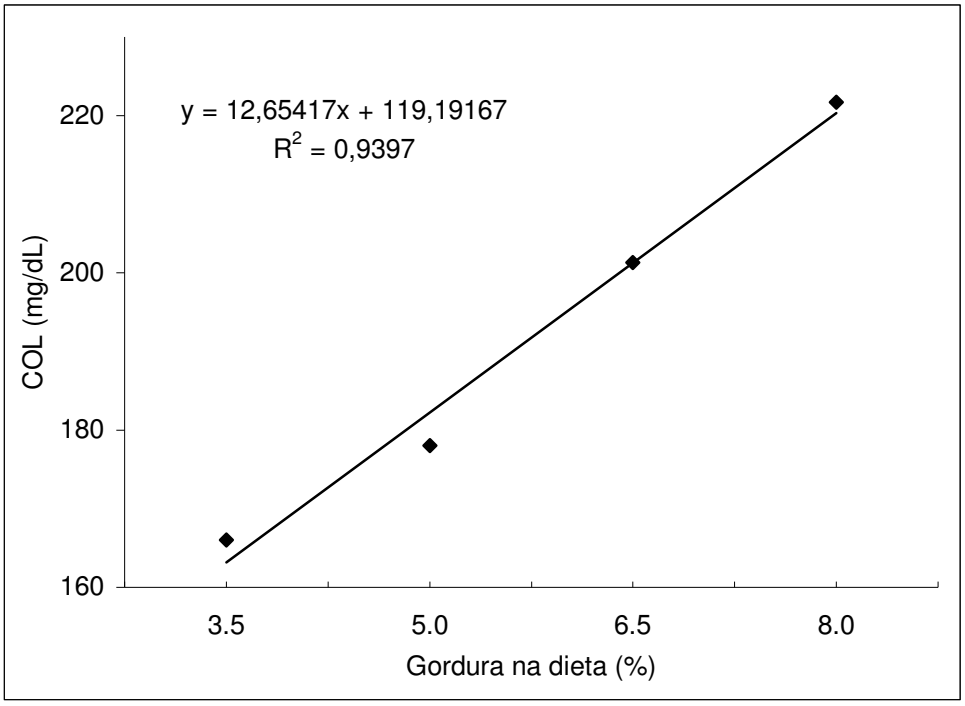

FIGURA 09 - Regressão dos valores de colesterol total (COL), em mg/dL, em função da suplementação lipídica na dieta.

Este resultado está em conformidade com resultados de outros trabalhos (Drackley & Elliott, 1993), que demonstraram uma correlação positiva da suplementação lipídica com os níveis séricos de colesterol. Isso se justifica pela maior demanda de quilomícrons e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL)

utilizados para o transporte de ácidos graxos de cadeia longa na circulação portal, e a uma redução da excreção fecal de ácidos biliares (Nestel et al., 1978; Elliott et al., 1993). Entretanto, López et al. (2004) encontraram efeito apenas da suplementação com gordura protegida (220,5 mg/dL) e grãos de soja (210,6 mg/dL), mas não com sebo (187,6 mg/dL), sobre a concentração sérica de colesterol total, em comparação a uma dieta controle, que não continha gordura suplementar (174,3 mg/dL).

De modo semelhante, Nörnberg (2003) encontrou efeito da suplementação lipídica sobre a concentração sérica de colesterol total de vacas Jersey, com média de 168,31 mg/dL para a dieta controle, que diferiu ($P<0,05$) das dietas com gordura. As médias para estas dietas foram 239,87; 200,62 e 204,37 mg/dL para as dietas com gordura protegida, farelo de arroz mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, respectivamente, sendo que as dietas que continham farelo de arroz não diferiram entre si, mas sim das demais.

Um aspecto negativo do aumento do colesterol sérico poderia ser a influência sobre a sua concentração no leite, o que parece não ocorrer, uma vez que segundo Rafalowski & Park (1982), o colesterol do leite está mais relacionado à sua concentração na membrana das células da glândula mamária do que propriamente ao seu nível sérico. Outros trabalhos, que investigaram a relação entre o colesterol do sangue e sua concentração na carne e no leite, não encontraram, assim como Rafalowski & Park (1982), uma relação direta, confirmando aqueles resultados (Bitman et al., 1973; Macleod et al., 1977; Sharma et al., 1978).

A concentração de triglicerídeos no soro dos animais experimentais não diferiu entre tratamentos ($P=0,87$), independentemente do nível de gordura na dieta.

Seria esperado um aumento da concentração sérica de triglicerídeos em função da suplementação lipídica, pela maior absorção intestinal de gorduras, o que estaria respaldado por alguns trabalhos (Jenkins & Jenny, 1989) e

justificaria inclusive o aumento ocorrido nos níveis séricos de colesterol. Entretanto, os resultados, assim como os de outros trabalhos, são variáveis. Apesar de alguns trabalhos mostrarem efeito da suplementação lipídica sobre este metabólito, outros trabalhos confirmam a ausência de resultados (Vásquez-Añon et al., 1997; Bermudes, 1999). A ausência de efeito nos níveis sanguíneos de triglicerídeos em função da inclusão de gordura na dieta pode estar provavelmente relacionada à sua elevada mobilidade no sangue (Gagliostro & Chilliard, 1992b, citados por López, 2001), o que justificaria o elevado coeficiente de variação dos dados (CV= 35,3%), não obstante o rigor na rotina das coletas. Apesar do elevado coeficiente de variação, os valores médios encontrados estiveram dentro de uma faixa considerada normal, que é de 0 a 14 mg/dL, segundo Kaneco (1997). López et al. (2004) encontraram médias de 11,0 mg/dL para a dieta com gordura protegida, que foi superior ($P<0,05$) à dieta com sebo (8,31mg/dL) e à dieta controle (7,50 mg/dL). O tratamento que continha gordura na forma de grãos de soja (9,75 mg/dL) não diferiu ($P>0,05$) de nenhum dos outros tratamentos. Os resultados encontrados por Nörnberg (2003) variaram de modo semelhante, uma vez que a dieta com gordura protegida foi a que provocou nos animais o maior aumento da concentração sérica de triglicerídeos, com média de 13,44 mg/dL, que diferiu ($P<0,05$) da dieta controle, com média de 10,37 mg/dL. As dietas que continham farelo de arroz mais óleo e farelo de arroz mais sebo produziram médias de 11,69 e 11,31 mg/dL, respectivamente, que não diferiram ($P>0,05$) entre si e também das demais.

A concentração sérica de nitrogênio uréico (NUS) diferiu entre os tratamentos, apresentando efeito quadrático ($P=0,02$), como pode ser observado na Figura 10. No entanto, não seguiu uma tendência que seria esperada, segundo a maior parte da literatura, de aumentar em função da redução da ingestão de carboidratos não fibrosos e de um possível aumento da oxidação hepática de aminoácidos, como conseqüência da suplementação lipídica (Chilliard & Ottou, 1995; Rodriguez et al., 1997; Allen, 2000).

O ponto de menor concentração de NUS, segundo uma inferência a partir da equação de regressão, que foi de 16,61 mg/dL, ocorreu ao nível de 6,2% de gordura dietética.

Situações onde o aporte de N no rúmen não esteja equilibrado com o aporte de carboidratos fermentáveis pode gerar um aumento de amônia livre no rúmen e, portanto, aumentar sua absorção, contribuindo para a elevação dos níveis séricos de NUS. Da mesma forma, excesso dietético de proteína não degradável no rúmen também levaria a um aumento do NUS pela maior oxidação hepática de aminoácidos. Outra causa do aumento do NUS em função da suplementação lipídica seria, segundo Rodriguez et al. (1997), a maior necessidade de aminoácidos para a gliconeogênese, impulsionada tanto pela redução da síntese ruminal de propionato, quanto pela maior necessidade de glicose para a síntese de lactose, quando a produção de leite aumenta.

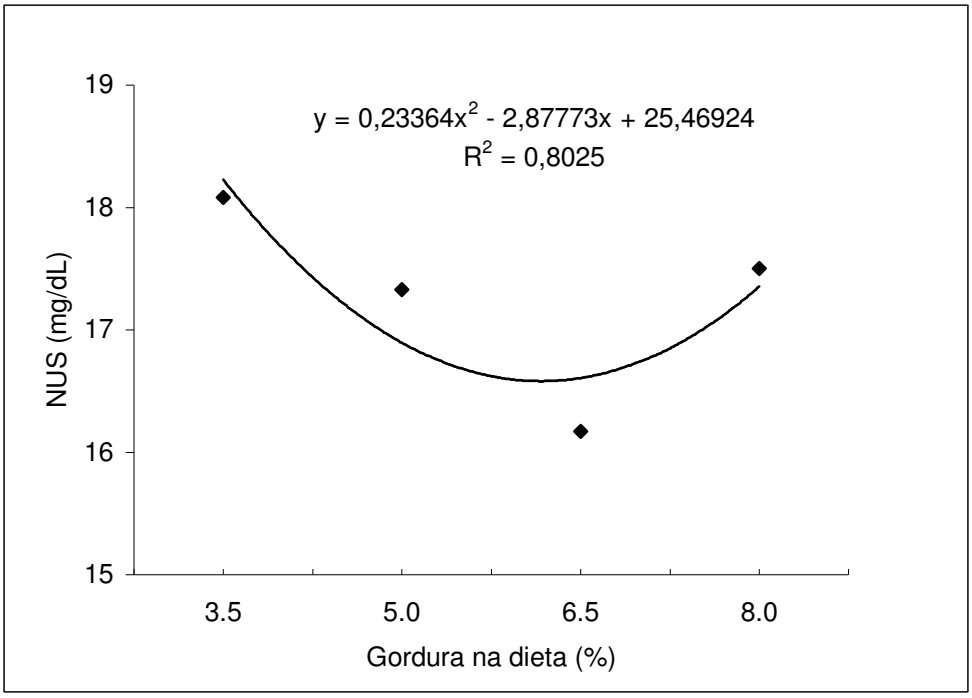

FIGURA 10 - Regressão dos valores de nitrogênio uréico (NUS) em função da suplementação lipídica na dieta.

Embora os teores de proteína bruta das dietas tenham sido bastante semelhantes, a ingestão de proteína diferiu entre tratamentos, seguindo uma tendência quadrática, à medida que aumentou a inclusão de gordura, como efeito secundário da redução no consumo de matéria seca entre os tratamentos, que seguiu a mesma tendência. Apesar disso, é difícil estabelecer uma associação direta entre um possível desequilíbrio dos nutrientes que aportam o rúmen, como conseqüência da suplementação lipídica, uma possível redução do aporte intestinal de proteína e mesmo sobre sua absorção intestinal, relacionando estes eventos com as alterações da concentração sérica de nitrogênio uréico que possam ocorrer.

A variação da concentração de NUS poderia estar relacionada aos níveis de carboidratos não fibrosos utilizados nos diferentes tratamentos, uma vez que estes foram reduzidos à medida que aumentou a participação da gordura nas dietas, além de sua ingestão ter sido reduzida como efeito da redução de consumo. Entretanto, apesar da inclusão de gordura nas dietas ter causado redução do teor de CNF, as fórmulas respeitaram os limites preconizados pelo NRC (2001) para este nutriente, de 33 a 42% da dieta, o que deveria contribuir para a manutenção da normalidade do ambiente ruminal, caso fosse mantido o consumo de matéria seca.

Embora tenha ocorrido variação do NUS à medida que aumentou o fornecimento de gordura nas dietas, todos os valores situaram-se dentro de uma faixa de normalidade segundo a literatura, que está entre 7,0 e 19,6 mg/dL (Contreras, 2000).

Em um trabalho de López (2001), foi verificado efeito ($P<0,05$) sobre a concentração sérica de uréia, entre os tratamentos testados, das dietas contendo sebo e gordura protegida, com médias de 60,75 e 63,12 mg/dL, respectivamente (28,52 e 29,63 mg/dL para nitrogênio uréico). Os tratamentos controle e contendo grãos de soja apresentaram médias de 49,69 e 48,44 mg/dL respectivamente

(23,32 e 22,74 mg/dL para nitrogênio uréico), que não diferiram entre si e também das demais.

Nörnberg (2003) não encontrou efeito de dietas contendo gordura protegida, farelo de arroz mais óleo de arroz e farelo de arroz mais sebo, comparadas a uma dieta controle para os valores médios de nitrogênio uréico do sangue. As médias foram 18,11 mg/dL para a dieta controle e 18,14; 18,19 e 16,67 mg/dL paras dietas contendo gordura suplementar, respectivamente.

4.5 Custos de produção do leite nos tratamentos

Os valores médios por tratamento para custos diários da alimentação, levando em consideração os volumosos e concentrados estão na Tabela 10. Na Tabela, além dos custos relativos à alimentação dos animais, aparecem os valores totalizados relativos aos demais custos de produção, que foram os mesmos para todos os tratamentos, uma vez que o manejo da propriedade, assim como mão de obra e demais custos de produção relacionados ao sistema foram sempre idênticos para todos os animais experimentais.

O detalhamento de cada item, assim como a participação percentual individualmente no custo total de produção, aparecem no apêndice 71.

As diferenças ocorridas entre os tratamentos, nas despesas com alimentação, estiveram relacionadas à redução de consumo causada pelo aumento da inclusão de gordura nas dietas, uma vez que o volumoso utilizado foi o mesmo. Assim, as diferenças nos gastos estiveram relacionadas unicamente à quantidade de volumoso consumida, sendo esta a principal causa de variação do consumo total de matéria seca, uma vez que o consumo de concentrado foi o mesmo para todos os animais.

O custo dos concentrados foi crescente à medida que aumentou a participação de gordura de arroz, principalmente em função da inclusão do óleo de arroz. Este aumento do custo dos concentrados foi compensado em parte pela

redução de consumo de volumoso, o que melhorou o resultado financeiro uma vez que não houve redução da produção de leite.

Confirmando os resultados de praticamente a unanimidade dos trabalhos publicados, as maiores despesas foram com alimentação e mão-de-obra, seguidas, em proporções muito inferiores, pelas despesas com energia elétrica, transportes (fretes) e remuneração sobre o capital investido (vide apêndice 71).

TABELA 10 – Custos em reais por tonelada ou kg de matéria natural e por dia, da silagem de sorgo, feno de alfafa e concentrados, custo total da alimentação por dia e por kg de leite produzido, resumo dos demais custos de produção e participação percentual da alimentação no custo total de produção, em cada tratamento

	T 3,5	**T 5,0**	**T 6,5**	**T 8,0**
Silagem (R$/ton)	40,00	40,00	40,00	40,00
Silagem (R$/dia)	1,21	1,25	1,23	1,12
Feno (R$/kg)	0,70	0,70	0,70	0,70
Feno (R$/dia)	3,14	3,25	3,18	2,91
Concentrado (R$/kg)	0,48	0,47	0,48	0,49
Concentrado (R$/dia)	5,76	5,64	5,76	5,88
Custo total alimentação/dia	10,11	10,14	10,17	9,91
Custo alimentação/kg leite	0,310	0,305	0,300	0,297
Demais custos/kg leite	0,173	0,173	0,173	0,173
Custo total/kg leite	0,483	0,478	0,473	0,470
% da alimentação no custo total	64,18	63,81	63,42	63,19

Dentro dos custos com alimentação, um ítem que se destacou como o que mais influenciou o custo final de produção em todos os tratamentos foi o custo do feno de alfafa, com maior influência sobre os custos totais do que os concentrados, o que seria a princípio uma condição anormal. O custo de aquisição do feno de alfafa foi elevado, levando-se em consideração o custo dos demais ingredientes das dietas. Isso foi devido principalmente à oferta escassa de

feno no período que imediatamente antecedeu o experimento, quando foi feita a aquisição. Esta oferta escassa foi devida à migração de produtores de alfafa para o cultivo de soja naquela época, o que reduziu drasticamente a oferta de feno no período mencionado. Em condições não experimentais, a opção de utilização da alfafa seria reavaliada em função da disponibilidade de outros volumosos, sendo provavelmente substituída em função de outras alternativas possíveis para o momento.

Mesmo com o elevado custo da alfafa utilizada no experimento, o resultado financeiro obtido foi positivo em todos os tratamentos e houve diferença entre os tratamentos no que diz respeito ao custo do leite produzido, uma vez que o preço de venda na ocasião foi de R$ 0,55/kg. A diferença de R$ 0,013/kg de leite produzido, entre os tratamentos onde não houve inclusão de gordura e aquele com maior nível de inclusão, pode ser bastante representativa em sistemas de produção. Essa diferença ocorreu em função do menor consumo de matéria seca, sem alteração da produção de leite, não obstante o aumento do custo por kg de concentrado na medida em que aumentou a participação de gordura.

5. CONCLUSÕES

É possível a utilização de níveis de até 8,0% de gordura de arroz na forma de farelo integral e óleo em dietas para vacas da raça Holandesa no início da lactação, visto que embora o consumo de matéria seca tenha sido reduzido, isso não afetou a produção de leite, o que gerou um resultado positivo sobre a eficiência alimentar.

Não há comprometimento da saúde dos animais recebendo esse tipo de dieta, mesmo que alguns parâmetros sanguíneos tenham se alterado.

A suplementação lipídica proporciona redução dos custos da alimentação desde que as relações de mercado entre insumos e produtos sejam semelhantes às do experimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais trabalhos são necessários para continuar investigando os efeitos da suplementação com gordura de arroz sobre o metabolismo animal e as possíveis respostas em produção, consumo e eficiência de utilização dos nutrientes. Dados de digestibilidade dos nutrientes devem ser obtidos em função da suplementação com níveis elevados de gordura oriunda de fontes naturais, visando a avaliar mais detalhadamente as possíveis respostas a esse tipo de suplementação.

Diferentes tipos de volumosos disponíveis e as possíveis combinações entre eles devem ser testados em altos níveis de suplementação lipídica com fontes naturais de gordura, de modo a identificar como essas combinações podem afetar o metabolismo ruminal e a saúde animal, bem como a qualidade do leite segundo a visão do consumidor e da industria.

A pesquisa em torno da suplementação com gorduras na dieta de vacas leiteiras deve progredir no sentido da redução dos teores de gordura do leite, em benefício da quantidade de leite produzida e de um melhor equilíbrio do balanço energético das vacas de alta produção. Nesse mesmo sentido, é possível melhorar a qualidade da gordura do leite como alimento funcional pela modificação de sua composição, aumentando a presença daqueles ácidos graxos já identificados como benéficos para a saúde humana. A determinação do perfil de ácidos graxos das fontes de gordura utilizadas e da gordura do leite produzido por animais suplementados é de fundamental importância para que se atinja esses objetivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL-CAINES, S. F.; GRANT, R. J.; HADDAD, S. G. Whole cottonseeds or a combination of soybean and soybeans hulls in the diets of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 80, n. 7, p. 1353-1367, 1997.

ADAMS, A. L. et al. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow and yeast. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 78, n. 3, p. 573-581, 1995.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16th ed. Arlington: AOAC, 1995.

BATEMAN 2nd, H. G.; JENKINS, T. C. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 81, n. 9, p. 2451-2458, 1998.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livest. Prod. Sci.,** Amsterdam, v. 70, p. 15-29, 2001.

BERMUDES, R.F. **Gordura protegida na dieta de vacas de alta produção à campo, em alfafa verde ou pré-secada, na fase inicial da lactação.** 1999. 294 f. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia- Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BERTO, J. L. ; PRATES, E. R. Predição da ingestão de matéria seca para bovinos de corte. In: RIBEIRO, A. M. L.; BERNARDI, M. L.; KESSLER, A. M. (Ed.). **Tópicos em produção animal.** Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, 1999. p. 125-142.

BITMAN, J.; DRYDEN, L.P.; GOERING, H.K. et al. Efficiency of transfer of polyunsaturated fats into milk. **J. Am. Chem. Soc.,** Champaign, v. 50, n. 3, p. 93-98, 1973.

BLOOD, D.C.; RADOSTITS, O.M. Clínica Veterinária. 7. ed. Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 1991. 1263p.

CARVALHO, N. M.; MÜHLBACH, P. R. F. Desempenho de vacas em lactação, recebendo grãos de soja crus ou tostados, na composição da dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

CHALUPA, W. et al. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 67, n. 7, p. 1439-1444, 1984.

CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs and rodents:a review. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 76, n. 12, p. 3897-3931, 1993.

CHILLIARD, Y.; OTTOU, J. F. Duodenal infusion of oil in midlactation cows. 7. interaction with niacin on responses to glucose, insulin and β-agonist challenges. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 78, n. 11, p. 2452-2463, 1995.

CHOI, B.R.; PALMQUIST, D.L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **J. Nutr.,** London, v. 126, n. 11, p. 2913–2919, 1996.

CHOI, B. R.; PALMQUIST, D. L.; ALLEN, M. S. Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets**. Domest. Anim. Endocrinol,** Stoneham, v. 19, p.159–175, 2000.

CONTRERAS, P. A. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes:** seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p 23-30.

COPPOCK, C. E.; WILKS, D. L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and milk composition. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 69, n. 9, p. 3826-3837, 1991.

DEPETERS, E. J.; CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 8, p. 2043-2070, 1992.

DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. **Anim. Prod.**, Edinburgh, v. 19, p. 67-76, 1974.

DOREAU, M. et al. Influence of different fat supplements on digestibility and ruminal digestion in cows. **Ann. Zootech**.,Versalles, v. 40, p.19-30, 1991.

DRACKLEY, J. K.; ELLIOTT, J. P. Milk composition, ruminal characteristics, and nutrient utilization in dairy cows fed partially hidrogenated tallow. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v.76, n.1, p. 183-196, 1993.

DRACKLEY, J. K. et al. Supplemental fat and nicotinic acid for holstein cows during an entire lactation. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 81, n. 1, p. 201-214, 1998.

DRACKLEY, J. L. et al. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into abomasum of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 6, p. 1517-1526,1992.

EIFERT, E. C. et al. Dieta com alto nível de óleo de soja em associação com monensina para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

ELLIOTT, J. P. et al. Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 76, n. 3, p. 775-789, 1993.

ELLIOTT, J. P. et al. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 78, n. 8, p. 1512-1525, 1995.

ELLIOTT, J. P.; DRACKLEY, J. K.; WEIGEL, D. J. Digestibility and effects of hydrogenated palm fatty acid distillate in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 79, n. 6, p. 1031-1039, 1996.

ERICKSON, P. S.; MURPHY, M. R.; CLARK, J. H. Supplementation of dairy cows diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 4, p. 1089, 1992.

EVANS, E. H.; YORSTON, S. A.; BINNEDYK, D. V. Numerous factors affect milk protein percentage. **Feedstuffs**. Minnetonga, v. 65, n. 15, p. 14-21, 1993.

FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Assessment of the effects of iodine value on fatty acid digestibility, feed intake and milk production. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 77, n. 8, p. 2357-2366, 1994.

FORBES, J. M. Integration of regulatory signals controling forage intake in ruminants. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 74, n. 12, p. 3029-3035, 1996.

FROSI, R. A. M.; MÜHLBACH, P. R. F. Nitrogênio uréico no sangue (BUN) e nitrogênio uréico no leite (MUN) como ferramenta para monitorar o status protéico e energético da dieta de ruminantes. In: RIBEIRO, A. M. L.; BERNARDI, M. L.; KESSLER, A. M. (Ed.) **Tópicos em produção animal**. Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, 1999. p. 41-54.

GAGLIOSTRO, G.; CHILLIARD, Y. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 2. Voluntary intake, milk production and composition**. J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 74, n. 2, p. 499-509, 1991.

GALLINGER, C.; KESSLER, A. M**.** Lipídeos na nutrição de aves: digestão e absorção. In: RIBEIRO, A. M. L.; BERNARDI, M. L.; KESSLER, A. M. (Ed.). **Tópicos em produção animal.** Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, 1999. p. 167-182.

GOERING,H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses** (apparatus, reagents, procedures and some aplications). Washington: USDA, Agr. Res. Service, 1970. 20p. (Agriculture handbook, 379).

GOMES, P. F. A **Estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.

GRANT, R. J.; WEIDNER, S. J. Effect of fat from whole soybeans on performance of dairy cows fed rations differing in fiber level and and particle size. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 10, p. 2742-2751, 1992.

GRIINARI, J. M; BAUMAN, D. E; CASTAÑEDA-GUTIÉRREZ, E. Novos conceitos relacionados à manipulação da gordura do leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 1., 2004, Passo Fundo-RS. **Anais…** Local: Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite, 2004.

GRUMMER, R. R. Effect of feed on the composition of milk fat. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 74, n. 9, p. 3244-3257,1991.

GRUMMER, R. R.; CARROL, D. J. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 69, n. 9, p. 3838-3852, 1991.

GRUMMER, R.R. Ruminal inertness vs digestibility of fat supplements: can there be harmony? In: CORNELL CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 57., 1995, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1995. p. 13-24.

HAYASHI, A. A. **Efeito do ácido linoléico conjugado (CLA) na atividade de enzimas reguladoras da lipogênese em ratas durante a lactação e suas implicações no metabolismo e na composição do leite.** 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP.

HAYIRLI, A. et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in holstein. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 85, n. 12, p. 3430-3443, 2002.

HEINRICHS, A. J.; PALMQUIST, D. L.; CONRAD, H. R. Feed intake patterns of cows fed high fat grain mixtures**. J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 65, n. 7, p. 1325-1328, 1982.

HERMANSEN, J. Feed intake and milk yield at increasing supplement of a palmitic and stearic acid-rich type of fat in comparison with animal fat. **Anim. Feed Sci. Technol.,** Amsterdam, v. 22, p. 179-191, 1989.

IRGA. Divisão de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Área cultivada, produção, número de engenhos e beneficiamento**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/engenho.pdf.>. Acesso em: 21 fev. 2005 (a).

IRGA. Divisão de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Série histórica da área plantada, produção e rendimento**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20050201092011.pdf.> Acesso em: 21 fev. 2005 (b).

JENKINS, T. C.; BERTRAND, J. A.; BRIDGES Jr., W. C. Interactions of tallow and hay particle size on yield and composition of milk from lactating holstein cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 81, n. 5, p. 1396-1402, 1998.

JENKINS, T. C.; JENNY, B. F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 72, n. 9, p. 2316-2324,1989.

JERRED, M. J. et al. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on lactation performance of dairy cattle. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 73, n. 10, p. 2842-2854, 1990.

JOHNSON JR., J. C. et al. Effects of adding fat and lasalocid to diets of dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 71, n. 8, p. 2151-2165, 1988.

JONES, D. F; WEISS, W. P; PALMQUIST, D. L. Influence of dietary tallow and fish oil on milk fat composition. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 83, n. 9, p. 2024-2036. 2000.

KANECO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 5th ed. London: Academic Press, 1997. 932 p.

KHORASANI, G. R.; KENNELLY, J. J. Effects of added fat on performance, rumen characteristics and plasma metabolites of midlactation dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 81, n. 9, p. 2459-2468, 1998.

KIM, Y. K. et al. Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 76, n. 1, p. 197- 204, 1993.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 140 p.

LIN, H. et al. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 78, n. 11, p. 2358-2365, 1995.

LÓPEZ, S. E. **Suplementação com diferentes fontes de gordura para vacas Jersey de alta produção na fase inicial da lactação**. 2001. 223 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J.; STUMPF Jr., W. Parâmetros séricos de vacas leiteiras na fase inicial de lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.,** Maracaibo, v. 12, n. 3, p. 96-102. 2004.

MACLEOD, G. K.; YU, Y.; SCHAEFFER, L.R. Feeding value of protected animal tallow for high yielding dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign. v. 60. n. 5. p. 726-738, 1977.

MADISON-ANDERSON, R. J. et al. Response of lactating cows to supplemental unsaturated fat and niacin. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 80, n. 7, p. 1329-1338, 1997.

MAIGA, H. M.; SCHINGOETHE, D. J.; LUDENS, F. C. Evaluation of diets containing supplemental fat with different sources of carbohydrates for lactating cows. **J. Dairy Sci.** Champaign, v. 78, n. 5, p.1122, 1995.

MALAFAIA, P. A. M. et al. Estimativa da metanogênese em vacas lactantes alimentadas com rações concentradas contendo diferentes fontes lipídicas. **Rev. Soc. Bras. Zoot.,** Viçosa, v. 27, n. 1, p. 205-212, 1997.

MALAFAIA, P. A. M. et al. Sebo bovino em rações para vacas em lactação. 1. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Rev. Soc. Bras. Zoot**., Viçosa, v. 25, n. 1, p. 153-163, 1996.

MANUAL MERCK DE VETERINÁRIA: um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário. 7. ed. São Paulo : Roca, 1997. 2169p.

MATTOS, W. Limites da eficiência alimentar em bovinos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 64, n. 8, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization.** Madison : American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MOTA, F. S. Estudo do clima do R. G. do Sul segundo o sistema de W. Köppen. **Rev. Agron.**, Porto Alegre, v. 16, n. 193-198, p. 132-141, 1953.

MÜHLBACH, P. R. F. **Produção de leite com vacas de alta produtividade**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

MÜHLBACH, P. R. F. et al. **Aspectos nutricionais que interferem na qualidade do leite**. In: ENCONTRO ANUAL DA UFRGS SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2000, Porto Alegre. **[Anais...]** Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, 2000. p. 73-102.

MURPHY, M. et al. Rumen and total digestibilities in lactating cows fed diets containing full fat rapeseed. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 70, n. 5, p. 1572-1582, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001. 408 p.

NESTEL, P.J. et al. The effect of dietary fat supplements on cholesterol metabolism in ruminants. **J. Lipid Res**., Bethesda, v. 19, n. 7, p. 899-909, 1978.

NÖRNBERG, J. L. **Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação.** 2003. 199 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NÖRNBERG, J. L. et al. Value of rice bran as a fat source for jersey cows in early lactation. In: WORLD CONFERENCE ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003. 1 CD-ROM.

NÖRNBERG, J. L. et al. Efeito de diferentes fontes lipídicas no teor de gordura e perfil de ácidos graxos no leite de vacas da raça Jersey. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

ONETTI, S. G.; GRUMMER, R. R. Response of lactating cows to three supplemental fat sources as affected by forage in the diet and stage of lactation: a meta-analysis of literature. **Anim. Feed Sci. Technol.,** Amsterdam, v. 115, 2004.

ONETTI, S. G. et al. Effects of supplemental tallow on performance of dairy cows fed diets with diferent corn silage:alfalfa silage ratios. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 85, n. 3, p. 632-641, 2002.

PALMQUIST, D. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 74, n. 4, p. 1354-1360, 1991.

PALMQUIST, D.; JENKINS, T. Fat in lactation ration:Review. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14,1980.

PANTOJA, J.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Fatty acids digestibility and lactation performance by dairy cows fed fats varying in degree of saturation. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 79, n. 3, p. 429-437, 1996.

PANTOJA, J. et al. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 77, n. 8, p. 2341- 2356, 1994.

PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1339-1349, 1999.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELLI, R. S. **Uso do Leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. p. 29-43.

RABELLO, T. et al. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. 1. Consumos, produção e composição do leite. **Rev. Soc. Bras. Zoot.,** Viçosa, v. 25, n. 2, p. 345-356, 1996.

RAFALOWSKI, W.; PARK, C. S. Whole sunflower seed as a fat supplement for lactating cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 8, n. 65, p. 1484-1492, 1982.

REIDELBERGER, R. D. Cholecystokinin and control of food intake. **J. Nutr.,** London, v. 124, n. 8, p. 1327-1333, 1994. Supplement.

RODRIGUEZ, L. A. et al. Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood and milk components of Jersey and Holstein cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 80, n. 2, p. 353-363, 1997.

ROBINSON, R. S. Et al. Effects of dietary polyunsaturated fatty on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. **Reproduction,** Hatfield, v. 124, n. 1, p. 119-131, 2002.

SCHAUFF, D. J.; CLARK, J. H. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 7, p. 2990-3002, 1992.

SCHAUFF, D.; CLARK, J.; DRACKLEY, J. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing extruded soybeans and calcium salts of long chain fatty acids. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n. 7, p. 3003-3019, 1992.

SHARMA, H.R.; INGALLS, J.R.; McKIRDY, J.A. Repiacing bariey with protected tallow in ration of lactating Hoistein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 61, n. 5, p. 574-583, 1978.

SCHINGOETHE, D.; CASPER, D. Total lactational response to added fat during early lactation. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 74, n. 8, p. 2617-2622, 1991.

SMITH, W. A. et al. Effetcs of forage types on production of dairy cows supplemented with whole cottonseed, tallow and yeast. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 76, n.1, p. 201-215, 1993.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation of cattle diets: carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STEGEMAN, G. A. Lactation responses of dairy cows fed unsaturated dietary fat and receiving bovine somatotropin. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 75, n.7, p. 1936-1945, 1992.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p 267-338.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: O & B Books, 1994. 476 p.

VARGAS, L. N. et al. Adição de lipídeos na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Rev. Soc. Bras. Zoot**., Viçosa, v. 31, n.1, p. 522-529, 2002. Suplemento 1.

VASQUEZ-AÑON, M.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. The effect of energy source during mid to late lactation on liver triglyceride and lactation performance of dairy cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 80, n. 10, p. 2504-2512,1997.

WALDO, D. R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 69, n. 2, p. 617-631, 1986.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St. PIERRE, N. R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forage and concentrate. **Anim. Feed Sci. Technol.,** Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.

WU, Z.; HUBER, J. T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. **Livest. Prod. Sci.,** Amsterdam, v. 39, n. 2, p.141-155,1994.

WU, Z. et al. Effect of source and amount of supplemental fat on lactation and digestion in cows. **J. Dairy Sci.,** Champaign, v. 77, n. 6, p. 1644-1651, 1994.

APÊNDICES

Apêndice 01 – Composição bromatológica da mistura concentrada do tratamento 1, ofertada aos animais experimentais, oriunda de três partidas produzidas durante o experimento

Partida	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	89,44	93,79	25,46	3,08	11,61	6,21	53,64
2	89,99	93,56	25,49	3,11	10,25	6,44	54,71
3	89,79	93,91	25,74	2,97	9,64	6,09	55,56
Médias	**89,74**	**93,75**	**25,56**	**3,05**	**10,50**	**6,25**	**54,64**

Apêndice 02 – Composição bromatológica da mistura concentrada do tratamento 2, ofertada aos animais experimentais, oriunda de três partidas produzidas durante o experimento

Partida	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	89,82	92,41	24,43	6,01	13,78	7,59	48,19
2	89,67	92,46	24,12	5,86	12,98	7,54	49,5
3	90,87	92,96	25,02	5,74	13,12	7,04	49,08
Médias	**90,12**	**92,61**	**24,52**	**5,87**	**13,29**	**7,39**	**48,92**

Apêndice 03 – Composição bromatológica da mistura concentrada do tratamento 3, ofertada aos animais experimentais, oriunda de três partidas produzidas durante o experimento

Partida	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	89,87	92,91	24,12	8,44	14,12	7,09	46,23
2	89,67	92,14	24,33	8,64	13,74	7,86	45,43
3	88,93	92,70	24,69	8,27	13,64	7,30	46,1
Médias	**89,49**	**92,58**	**24,38**	**8,45**	**13,83**	**7,42**	**45,92**

Apêndice 04 – Composição bromatológica da mistura concentrada do tratamento 4, ofertada aos animais experimentais, oriunda de três partidas produzidas durante o experimento

Partida	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	88,64	91,89	24,15	11,82	14,85	8,11	41,07
2	88,46	92,36	23,68	11,61	14,19	7,64	42,88
3	89,26	92,09	23,56	10,49	13,98	7,91	44,06
Médias	**88,79**	**92,11**	**23,80**	**11,31**	**14,34**	**7,89**	**42,67**

Apêndice 05 – Composição bromatológica do feno de alfafa ofertado aos animais experimentais em cada período

Período	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	84,64	92,55	22,91	3,20	39,69	7,45	26,75
2	83,54	93,35	21,64	3,12	42,36	6,66	26,23
3	85,74	92,50	22,73	3,26	42,18	7,50	24,34
4	86,55	91,60	23,24	3,31	40,35	8,40	24,70
Médias	**85,12**	**92,50**	**22,63**	**3,22**	**41,15**	**7,50**	**25,50**

Apêndice 06 – Composição bromatológica da silagem de sorgo ofertada aos animais experimentais em cada período

Período	MS	% na MS					
		MO	PB	GB	FDN	MM	CNF
1	37,68	94,25	7,16	3,15	66,75	5,75	17,19
2	38,02	93,30	6,61	2,95	65,20	6,70	18,54
3	38,11	93,46	6,42	2,91	63,15	6,54	20,99
4	37,88	93,70	6,36	3,02	63,10	6,30	21,22
Médias	**37,92**	**93,68**	**6,64**	**3,01**	**64,55**	**6,32**	**19,48**

Apêndice 07 – Composição bromatológica das sobras de volumoso por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

					% na MS					
T	**Q**	**P**	**V**	**MS**	**MO**	**PB**	**EE**	**FDN**	**MM**	**CNF**
1	1	1	B44	41,77	93,71	11,67	4,11	64,88	6,29	13,05
1	1	2	E37	51,78	92,97	11,32	3,87	61,98	7,03	15,80
1	1	3	D19	58,14	92,76	11,75	4,38	62,91	7,24	13,72
1	1	4	D22	48,97	93,45	12,44	4,82	60,71	6,55	15,48
1	2	1	O52	54,49	92,71	11,34	4,22	65,47	7,29	11,68
1	2	2	B45	48,46	93,11	10,92	4,24	63,61	6,89	14,34
1	2	3	D94	68,20	93,37	11,91	4,12	60,98	6,63	16,36
1	2	4	D92	59,96	93,63	12,00	4,51	59,78	6,37	17,34
2	1	1	D22	50,78	94,04	12,15	4,35	63,28	5,96	14,26
2	1	2	B44	43,55	93,22	10,98	4,55	64,28	6,78	13,41
2	1	3	E37	50,23	93,62	12,28	3,67	64,05	6,38	13,62
2	1	4	D19	63,79	93,12	12,48	3,86	65,02	6,88	11,76
2	2	1	D92	72,34	93,88	12,34	5,12	64,68	6,12	11,74
2	2	2	O52	43,94	94,22	11,34	5,67	62,18	5,78	15,03
2	2	3	B45	73,67	91,42	11,79	3,78	66,12	8,58	9,73
2	2	4	D94	49,86	91,26	10,61	4,14	59,63	8,74	16,88
3	1	1	D19	56,28	92,71	12,32	5,24	65,44	7,29	9,71
3	1	2	D22	57,78	93,87	11,87	5,71	61,73	6,13	14,56
3	1	3	B44	68,34	93,66	12,45	4,35	64,23	6,34	12,63
3	1	4	E37	53,33	93,40	10,59	3,08	61,25	6,60	18,48
3	2	1	D94	70,12	92,64	11,46	4,85	62,49	7,36	13,84
3	2	2	D92	50,94	92,84	12,25	4,78	62,99	7,16	12,82
3	2	3	O52	66,13	93,42	12,14	5,45	61,34	6,58	14,49
3	2	4	B45	54,45	90,78	11,03	3,48	62,36	9,22	13,91
4	1	1	E37	73,15	93,30	10,35	3,76	62,25	6,70	16,94
4	1	2	D19	47,20	91,95	11,94	4,32	65,15	8,05	10,54
4	1	3	D22	81,10	93,88	11,92	4,12	62,15	6,12	15,69
4	1	4	B44	50,08	92,68	10,62	4,56	64,45	7,32	13,05
4	2	1	B45	76,64	91,88	11,24	3,67	63,56	8,12	13,41
4	2	2	D94	42,61	92,44	11,17	3,13	62,98	7,56	15,16
4	2	3	D92	60,90	91,98	10,72	3,96	63,78	8,02	13,52
4	2	4	O52	54,07	93,52	11,87	5,38	58,70	6,48	17,57

Apêndice 08 – Sobras de volumoso e seus componentes, expressos em kg/dia, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

					Base seca					
T	**Q**	**P**	**V**	**MS**	**MO**	**PB**	**EE**	**FDN**	**MM**	**CNF**
1	1	1	B44	2,30	2,15	0,27	0,09	1,49	0,14	0,30
1	1	2	E37	3,76	3,50	0,43	0,15	2,33	0,26	0,59
1	1	3	D19	4,19	3,89	0,49	0,18	2,64	0,30	0,57
1	1	4	D22	1,52	1,42	0,19	0,07	0,92	0,10	0,24
1	2	1	O52	2,76	2,56	0,31	0,12	1,81	0,20	0,32
1	2	2	B45	3,76	3,50	0,41	0,16	2,39	0,26	0,54
1	2	3	D94	4,39	4,10	0,52	0,18	2,68	0,29	0,72
1	2	4	D92	1,97	1,84	0,24	0,09	1,18	0,13	0,34
2	1	1	D22	2,37	2,23	0,29	0,10	1,50	0,14	0,34
2	1	2	B44	1,64	1,53	0,18	0,07	1,05	0,11	0,22
2	1	3	E37	3,02	2,83	0,37	0,11	1,94	0,19	0,41
2	1	4	D19	3,09	2,88	0,39	0,12	2,01	0,21	0,36
2	2	1	D92	3,37	3,16	0,42	0,17	2,18	0,21	0,40
2	2	2	O52	2,77	2,61	0,31	0,16	1,72	0,16	0,42
2	2	3	B45	4,81	4,40	0,57	0,18	3,18	0,41	0,47
2	2	4	D94	1,89	1,73	0,20	0,08	1,13	0,17	0,32
3	1	1	D19	2,76	2,56	0,34	0,14	1,81	0,20	0,27
3	1	2	D22	2,27	2,13	0,27	0,13	1,40	0,14	0,33
3	1	3	B44	4,66	4,36	0,58	0,20	2,99	0,30	0,59
3	1	4	E37	3,03	2,83	0,32	0,09	1,85	0,20	0,56
3	2	1	D94	3,91	3,62	0,45	0,19	2,44	0,29	0,54
3	2	2	D92	2,39	2,22	0,29	0,11	1,51	0,17	0,31
3	2	3	O52	4,21	3,94	0,51	0,23	2,58	0,28	0,61
3	2	4	B45	3,08	2,80	0,34	0,11	1,92	0,28	0,43
4	1	1	E37	5,84	5,45	0,60	0,22	3,64	0,39	0,99
4	1	2	D19	2,63	2,41	0,31	0,11	1,71	0,21	0,28
4	1	3	D22	4,56	4,28	0,54	0,19	2,83	0,28	0,72
4	1	4	B44	2,87	2,66	0,30	0,13	1,85	0,21	0,37
4	2	1	B45	5,76	5,30	0,65	0,21	3,66	0,47	0,77
4	2	2	D94	2,91	2,69	0,32	0,09	1,83	0,22	0,44
4	2	3	D92	3,29	3,02	0,35	0,13	2,10	0,26	0,44
4	2	4	O52	5,36	5,02	0,64	0,29	3,15	0,35	0,94

Apêndice 09 – Consumo de matéria seca (CMS), expresso em kg/dia, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

				Base seca				
T	**Q**	**P**	**V**	**Oferta vol**	**sobra vol**	**CMS vol**	**CMS conc**	**CMS total**
1	1	1	B44	17,37	2,30	15,07	10,77	25,84
1	1	2	E37	17,99	3,76	14,23	10,77	25,00
1	1	3	D19	19,22	4,19	15,03	10,77	25,80
1	1	4	D22	17,97	1,52	16,45	10,77	27,21
1	2	1	O52	18,68	2,76	15,92	10,77	26,68
1	2	2	B45	17,80	3,76	14,04	10,77	24,81
1	2	3	D94	17,77	4,39	13,38	10,77	24,15
1	2	4	D92	17,80	1,97	15,83	10,77	26,60
2	1	1	D22	18,66	2,37	16,29	10,81	27,10
2	1	2	B44	18,64	1,64	17,00	10,81	27,81
2	1	3	E37	17,39	3,02	14,37	10,81	25,18
2	1	4	D19	17,55	3,09	14,45	10,81	25,27
2	2	1	D92	18,64	3,37	15,27	10,81	26,08
2	2	2	O52	18,32	2,77	15,55	10,81	26,36
2	2	3	B45	19,70	4,81	14,89	10,81	25,70
2	2	4	D94	17,56	1,89	15,67	10,81	26,49
3	1	1	D19	18,83	2,76	16,07	10,74	26,81
3	1	2	D22	18,28	2,27	16,02	10,74	26,75
3	1	3	B44	20,72	4,66	16,06	10,74	26,80
3	1	4	E37	17,94	3,03	14,91	10,74	25,65
3	2	1	D94	18,84	3,91	14,93	10,74	25,67
3	2	2	D92	17,81	2,39	15,41	10,74	26,15
3	2	3	O52	17,50	4,21	13,29	10,74	24,02
3	2	4	B45	17,63	3,08	14,55	10,74	25,28
4	1	1	E37	18,68	5,84	12,83	10,65	23,49
4	1	2	D19	18,27	2,63	15,64	10,65	26,29
4	1	3	D22	17,78	4,56	13,22	10,65	23,87
4	1	4	B44	17,65	2,87	14,78	10,65	25,44
4	2	1	B45	18,77	5,76	13,01	10,65	23,67
4	2	2	D94	18,40	2,91	15,49	10,65	26,14
4	2	3	D92	17,59	3,29	14,30	10,65	24,96
4	2	4	O52	17,53	5,36	12,17	10,65	22,82

Apêndice 10 – Peso vivo, consumo total de matéria seca (CMS) em kg/dia, consumo de matéria seca relativo ao peso vivo (CMS%PV) e consumo de fibra em detergente neutro relativo ao peso vivo (CFDN%PV), por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	Peso vivo	CMS total	CMS%PV	CFDN%PV
1	1	1	B44	611	25,84	4,23	1,30
1	1	2	E37	574	25,00	4,36	1,34
1	1	3	D19	609	25,80	4,24	1,30
1	1	4	D22	603	27,21	4,51	1,39
1	2	1	O52	574	26,68	4,65	1,43
1	2	2	B45	592	24,81	4,19	1,29
1	2	3	D94	576	24,15	4,19	1,29
1	2	4	D92	621	26,60	4,29	1,32
2	1	1	D22	613	27,10	4,43	1,32
2	1	2	B44	608	27,81	4,57	1,37
2	1	3	E37	583	25,18	4,32	1,29
2	1	4	D19	627	25,27	4,03	1,20
2	2	1	D92	591	26,08	4,41	1,32
2	2	2	O52	583	26,36	4,53	1,35
2	2	3	B45	601	25,70	4,28	1,28
2	2	4	D94	571	26,49	4,64	1,39
3	1	1	D19	591	26,81	4,54	1,35
3	1	2	D22	626	26,75	4,28	1,27
3	1	3	B44	605	26,80	4,43	1,32
3	1	4	E37	592	25,65	4,33	1,29
3	2	1	D94	551	25,67	4,66	1,39
3	2	2	D92	617	26,15	4,24	1,26
3	2	3	O52	597	24,02	4,03	1,20
3	2	4	B45	601	25,28	4,21	1,25
4	1	1	E37	565	23,49	4,16	1,26
4	1	2	D19	602	26,29	4,37	1,32
4	1	3	D22	608	23,87	3,93	1,19
4	1	4	B44	614	25,44	4,14	1,26
4	2	1	B45	598	23,67	3,96	1,20
4	2	2	D94	553	26,14	4,73	1,43
4	2	3	D92	624	24,96	4,00	1,21
4	2	4	O52	601	22,82	3,80	1,15

.

Apêndice 11 – Produção de leite em kg/dia (PL), produção corrigida para 3,5% de gordura (PLC35), eficiência alimentar (EFAL - kg leite/kg MS ingerida) e eficiência alimentar corrigida para gordura (EFALC), por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	PL	PLC35	EFAL	EFALC
1	1	1	B44	33,6	32,6	1,30	1,26
1	1	2	E37	29,9	29,4	1,20	1,18
1	1	3	D19	30,1	28,4	1,17	1,10
1	1	4	D22	32,2	31,9	1,18	1,17
1	2	1	O52	30,5	29,6	1,14	1,11
1	2	2	B45	36,8	36,3	1,48	1,46
1	2	3	D94	34,2	32,3	1,42	1,34
1	2	4	D92	34,7	34,4	1,30	1,29
2	1	1	D22	33,7	30,8	1,24	1,14
2	1	2	B44	36,8	36,7	1,32	1,32
2	1	3	E37	31,4	28,3	1,25	1,13
2	1	4	D19	31,4	30,3	1,24	1,20
2	2	1	D92	32,8	30,1	1,26	1,15
2	2	2	O52	34,8	34,7	1,32	1,32
2	2	3	B45	33,1	29,8	1,29	1,16
2	2	4	D94	32,6	31,4	1,23	1,19
3	1	1	D19	30,9	30,2	1,15	1,13
3	1	2	D22	37,1	32,9	1,39	1,23
3	1	3	B44	37,6	36,7	1,40	1,37
3	1	4	E37	29,5	27,1	1,15	1,06
3	2	1	D94	35,9	35,1	1,40	1,37
3	2	2	D92	32,7	29,0	1,25	1,11
3	2	3	O52	34,0	33,2	1,42	1,38
3	2	4	B45	34,7	31,8	1,37	1,26
4	1	1	E37	29,9	30,8	1,27	1,31
4	1	2	D19	31,6	29,7	1,20	1,13
4	1	3	D22	32,7	27,6	1,37	1,15
4	1	4	B44	34,1	33,2	1,34	1,31
4	2	1	B45	36,9	38,0	1,56	1,61
4	2	2	D94	36,9	34,7	1,41	1,33
4	2	3	D92	28,5	24,0	1,34	1,23
4	2	4	O52	32,1	31,3	1,41	1,37

Apêndice 12 – Consumo de proteína bruta (C PB) em kg/dia, gordura bruta (C GB) em kg/dia, carboidratos não fibrosos (C CNF) em kg/dia e fibra em detergente neutro (C FDN) em kg/dia, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	C PB	C GB	C CNF	C FDN
1	1	1	B44	5,142	0,827	10,23	7,96
1	1	2	E37	4,975	0,800	9,90	7,70
1	1	3	D19	5,134	0,826	10,22	7,95
1	1	4	D22	5,416	0,871	10,78	8,38
1	2	1	O52	5,310	0,854	10,57	8,22
1	2	2	B45	4,938	0,794	9,83	7,64
1	2	3	D94	4,805	0,773	9,56	7,44
1	2	4	D92	5,294	0,851	10,53	8,19
2	1	1	D22	5,394	1,328	10,41	8,10
2	1	2	B44	5,535	1,363	10,68	8,32
2	1	3	E37	5,011	1,234	9,67	7,53
2	1	4	D19	5,028	1,238	9,70	7,55
2	2	1	D92	5,190	1,278	10,01	7,80
2	2	2	O52	5,246	1,292	10,12	7,88
2	2	3	B45	5,114	1,259	9,87	7,68
2	2	4	D94	5,271	1,298	10,17	7,92
3	1	1	D19	5,282	1,769	9,95	7,96
3	1	2	D22	5,271	1,766	9,93	7,95
3	1	3	B44	5,280	1,769	9,94	7,96
3	1	4	E37	5,052	1,693	9,51	7,62
3	2	1	D94	5,058	1,694	9,52	7,62
3	2	2	D92	5,152	1,726	9,70	7,77
3	2	3	O52	4,733	1,586	8,91	7,14
3	2	4	B45	4,981	1,669	9,38	7,51
4	1	1	E37	4,604	1,879	8,22	7,12
4	1	2	D19	5,154	2,104	9,20	7,97
4	1	3	D22	4,679	1,910	8,35	7,23
4	1	4	B44	4,986	2,035	8,90	7,71
4	2	1	B45	4,638	1,893	8,28	7,17
4	2	2	D94	5,124	2,092	9,15	7,92
4	2	3	D92	4,891	1,996	8,73	7,56
4	2	4	O52	4,473	1,826	7,99	6,92

Apêndice 13 – Consumo de energia líquida de lactação (CEL_L) em Mcal/dia, energia secretada no leite (EL leite) em Mcal/dia e eficiência energética expressa como Mcal leite/Mcal ingerida, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	C EL_L	EL leite	Ef. Energ
1	1	1	B44	41,60	23,64	0,5684

1	1	2	E37	40,25	19,46	0,4836
1	1	3	D19	41,54	19,63	0,4725
1	1	4	D22	43,82	22,04	0,5030
1	2	1	O52	42,96	18,32	0,4263
1	2	2	B45	39,95	23,02	0,5763
1	2	3	D94	38,88	22,16	0,5699
1	2	4	D92	42,83	23,46	0,5478
2	1	1	D22	45,54	20,74	0,4554
2	1	2	B44	46,73	24,76	0,5300
2	1	3	E37	42,30	20,39	0,4820
2	1	4	D19	42,45	21,08	0,4967
2	2	1	D92	43,82	20,57	0,4696
2	2	2	O52	44,29	22,34	0,5045
2	2	3	B45	43,18	18,50	0,4284
2	2	4	D94	44,50	21,49	0,4830
3	1	1	D19	46,65	21,31	0,4569
3	1	2	D22	46,55	23,06	0,4953
3	1	3	B44	46,63	24,70	0,5297
3	1	4	E37	44,62	18,45	0,4135
3	2	1	D94	44,67	22,07	0,4941
3	2	2	D92	45,51	18,90	0,4154
3	2	3	O52	41,80	21,65	0,5180
3	2	4	B45	43,99	21,11	0,4798
4	1	1	E37	41,81	20,02	0,4789
4	1	2	D19	46,80	19,31	0,4125
4	1	3	D22	42,49	19,73	0,4643
4	1	4	B44	45,28	21,85	0,4825
4	2	1	B45	42,12	24,55	0,5828
4	2	2	D94	46,54	24,46	0,5256
4	2	3	D92	44,42	15,58	0,3507
4	2	4	O52	40,63	21,17	0,5210

Apêndice 14 – Teor (%) de gordura (GORD), proteína (PROT), Lactose (LACT) sólidos totais (ST) e N uréico do leite, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	GORD	PROT	LACT	ST	N uréico (mg/dL)
1	1	1	B44	3,74	3,14	4,55	12,41	12,09
1	1	2	E37	3,64	2,80	4,51	11,98	6,57

1	1	3	D19	3,24	3,10	4,48	11,81	8,07
1	1	4	D22	3,23	3,52	4,72	12,51	8,07
1	2	1	O52	2,89	2,87	4,32	10,97	8,86
1	2	2	B45	3,19	2,87	4,25	11,18	9,98
1	2	3	D94	3,05	3,21	4,66	11,99	7,72
1	2	4	D92	3,65	3,07	4,17	11,74	8,46
2	1	1	D22	2,81	2,98	4,75	11,65	8,46
2	1	2	B44	3,52	3,01	4,48	11,97	8,62
2	1	3	E37	3,26	3,06	4,41	11,71	6,60
2	1	4	D19	3,36	3,23	4,50	12,08	8,35
2	2	1	D92	3,16	2,81	4,45	11,41	9,73
2	2	2	O52	3,46	2,71	4,26	11,35	8,99
2	2	3	B45	2,53	2,86	4,15	10,37	7,53
2	2	4	D94	3,20	3,20	4,61	12,06	8,06
3	1	1	D19	3,79	2,86	4,50	12,17	9,14
3	1	2	D22	2,86	3,04	4,68	11,63	6,93
3	1	3	B44	3,34	3,02	4,48	11,87	7,94
3	1	4	E37	2,95	3,21	4,34	11,38	7,44
3	2	1	D94	2,94	2,81	4,65	11,50	8,27
3	2	2	D92	2,73	2,85	4,16	10,56	7,50
3	2	3	O52	3,38	2,75	4,27	11,36	7,55
3	2	4	B45	3,04	2,91	4,11	10,89	7,45
4	1	1	E37	3,55	2,91	4,46	11,90	7,70
4	1	2	D19	2,93	2,92	4,42	11,22	10,24
4	1	3	D22	2,60	3,19	4,63	11,45	6,10
4	1	4	B44	3,11	3,15	4,42	11,63	8,22
4	2	1	B45	3,82	2,56	4,23	11,55	8,99
4	2	2	D94	3,35	2,93	4,74	12,15	9,62
4	2	3	D92	2,46	2,77	4,13	10,19	7,16
4	2	4	O52	3,57	2,80	4,33	11,69	8,10

Apêndice 15 – Produção diária em kg de gordura (GORD), proteína (PROT), lactose (LACT) e sólidos totais (ST) no leite, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	GORD	PROT	LACT	ST
1	1	1	B44	1,257	1,053	1,529	4,17
1	1	2	E37	1,052	0,808	1,302	3,46

1	1	3	D19	0,975	0,932	1,347	3,55
1	1	4	D22	1,040	1,133	1,518	4,03
1	2	1	O52	0,881	0,875	1,316	3,35
1	2	2	B45	1,174	1,056	1,562	4,11
1	2	3	D94	1,043	1,096	1,594	4,10
1	2	4	D92	1,267	1,064	1,445	4,07
2	1	1	D22	0,946	1,003	1,597	3,92
2	1	2	B44	1,295	1,106	1,647	4,40
2	1	3	E37	1,024	0,961	1,385	3,68
2	1	4	D19	1,055	1,013	1,413	3,79
2	2	1	D92	1,036	0,920	1,460	3,74
2	2	2	O52	1,204	0,943	1,481	3,95
2	2	3	B45	0,836	0,944	1,372	3,43
2	2	4	D94	1,043	1,042	1,503	3,93
3	1	1	D19	1,169	0,882	1,388	3,75
3	1	2	D22	1,061	1,128	1,734	4,31
3	1	3	B44	1,256	1,134	1,684	4,46
3	1	4	E37	0,869	0,945	1,280	3,36
3	2	1	D94	1,055	1,009	1,668	4,13
3	2	2	D92	0,893	0,930	1,360	3,45
3	2	3	O52	1,148	0,935	1,450	3,86
3	2	4	B45	1,055	1,008	1,426	3,78
4	1	1	E37	1,061	0,870	1,332	3,56
4	1	2	D19	0,926	0,923	1,395	3,55
4	1	3	D22	0,849	1,043	1,512	3,74
4	1	4	B44	1,061	1,074	1,506	3,96
4	2	1	B45	1,408	0,943	1,561	4,26
4	2	2	D94	1,234	1,081	1,749	4,48
4	2	3	D92	0,700	0,788	1,176	2,90
4	2	4	O52	1,144	0,897	1,388	3,75

Apêndice 16 – Concentração sérica de glicose (GLC), colesterol total (COL), triglicerídeos (TGL) e N uréico (NUS), expressos em mg/dL, por tratamento (T), quadrado (Q), período (P) e vaca (V)

T	Q	P	V	GLC	COL	TGL	NUS
1	1	1	B44	44,6	210,0	7,5	24,07
1	1	2	E37	46,8	192,0	11,5	16,36
1	1	3	D19	51,7	167,5	10,0	17,99

1	1	4	D22	43,5	135,5	6,0	18,46
1	2	1	O52	47,3	154,0	5,5	18,69
1	2	2	B45	40,7	153,5	4,5	17,06
1	2	3	D94	44,6	167,0	13,0	16,59
1	2	4	D92	47,9	149,0	5,0	15,65
2	1	1	D22	44,0	146,5	13,0	17,52
2	1	2	B44	46,2	250,0	8,0	20,79
2	1	3	E37	41,3	196,5	7,5	15,19
2	1	4	D19	53,4	161,5	6,0	17,99
2	2	1	D92	45,1	172,0	11,5	16,12
2	2	2	O52	46,2	193,5	5,5	17,99
2	2	3	B45	49,0	151,0	9,0	15,19
2	2	4	D94	47,3	158,0	4,0	18,22
3	1	1	D19	45,1	198,0	11,5	17,52
3	1	2	D22	46,2	177,5	6,0	14,95
3	1	3	B44	42,4	268,0	7,5	17,52
3	1	4	E37	46,8	209,5	9,0	14,72
3	2	1	D94	45,7	194,0	9,0	17,76
3	2	2	D92	44,0	178,5	5,5	16,59
3	2	3	O52	60,0	208,5	8,5	16,12
3	2	4	B45	45,7	177,0	9,5	14,25
4	1	1	E37	44,6	262,0	9,0	16,82
4	1	2	D19	46,2	185,0	6,0	19,39
4	1	3	D22	46,2	190,0	9,0	16,59
4	1	4	B44	44,6	282,0	5,5	17,29
4	2	1	B45	46,2	206,5	5,5	17,99
4	2	2	D94	47,9	215,5	8,5	17,52
4	2	3	D92	39,6	211,0	8,0	17,99
4	2	4	O52	47,3	222,0	9,0	16,82

Apêndice 17 – Resumo da análise de variância para consumo de matéria seca (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	2,37583954	2,37583954	2,63	0,1258
Vaca (Quadrado)	6	9,64421049	1,60736842	1,78	0,1712
Período	3	4,92702399	1,64234133	1,82	0,1874
Tratamento	3	12,49503100	4,16501033	4,61	0,0178
Tratamento x Quadrado	3	1,26762884	0,42254295	0,47	0,7094
Resíduo	15	13,56059000	0,90403933		
Total	31	44,27032385			

Média geral = 25,62
Coeficiente de Variação (%) = 3,71

Apêndice 18 – Resumo da análise de variância para peso vivo (kg)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	1018,132813	1018,132813	11,09	0,0046
Vaca (Quadrado)	6	8426,921875	1404,486979	15,30	<0,0001
Período	3	1367,273437	455,757812	4,96	0,0137
Tratamento	3	31,523437	10,507813	0,11	0,9503
Tratamento x Quadrado	3	342,898438	114,299479	1,24	0,3285
Resíduo	15	1377,11719	91,80781		
Total	31	12563,86719			

Média geral = 596,1
Coeficiente de Variação (%) = 1,60

Apêndice 19 – Resumo da análise de variância para consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (%)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00012581	0,00012581	0,00	0,9570
Vaca (Quadrado)	6	0,37928597	0,06321433	1,51	0,2402
Período	3	0,29121486	0,09707162	2,32	0,1163
Tratamento	3	0,31963087	0,10654362	2,55	0,0947
Tratamento x Quadrado	3	0,05782932	0,01927644	0,46	0,7134
Resíduo	15	0,62666121	0,04177741		
Total	31	1,67474804			

Média geral = 4,30
Coeficiente de Variação (%) = 4,75

Apêndice 20 – Resumo da análise de variância para produção de leite (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	17,47882812	17,47882812	8,96	0,0091
Vaca (Quadrado)	6	92,12921875	15,35486979	7,87	0,0006
Período	3	16,66398438	5,55466146	2,85	0,0728
Tratamento	3	6,77273437	2,25757812	1,16	0,3587
Tratamento x Quadrado	3	11,79898438	3,93299479	2,02	0,1550
Resíduo	15	29,2699219	1,9513281		
Total	31	174,1136719			

Média geral = 33,4
Coeficiente de Variação (%) = 4,18

Apêndice 21 – Resumo da análise de variância para produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	20,6235636	20,6235636	3,44	0,0835
Vaca (Quadrado)	6	104,7229529	17,4538255	2,91	0,0437
Período	3	19,2686313	6,4228771	1,07	0,3912
Tratamento	3	1,1119950	0,3706650	0,06	0,9792
Tratamento x Quadrado	3	15,2109559	5,0703186	0,85	0,4904
Resíduo	15	89,9969689	5,9997979		
Total	31	250,9350676			
Média geral = 31,84					
Coeficiente de Variação (%) = 7,69					

Apêndice 22 – Resumo da análise de variância para eficiência alimentar (kg leite/kg de matéria seca ingerida)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,06271843	0,06271843	10,40	0,0057
Vaca (Quadrado)	6	0,10087037	0,01681173	2,79	0,0502
Período	3	0,01448018	0,00482673	0,80	0,5129
Tratamento	3	0,04567944	0,01522648	2,52	0,0969
Tratamento x Quadrado	3	0,01888292	0,00629431	1,04	0,4019
Resíduo	15	0,09048149	0,00603210		
Total	31	0,33311283			
Média geral = 1,31					
Coeficiente de Variação (%) = 5,95					

Apêndice 23 – Resumo da análise de variância para consumo de proteína bruta (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,09254593	0,09254593	2,62	0,1263
Vaca (Quadrado)	6	0,37605344	0,06267557	1,78	0,1718
Período	3	0,19190490	0,06396830	1,81	0,1883
Tratamento	3	0,72728349	0,24242783	6,87	0,0039
Tratamento x Quadrado	3	0,04905155	0,01635052	0,46	0,7122
Resíduo	15	0,52959991	0,03530666		
Total	31	1,96643922			

Média geral = 5,067					
Coeficiente de Variação (%) = 3,70					

Apêndice 24 – Resumo da análise de variância para consumo de gordura bruta (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00875800	0,00875800	2,85	0,1119
Vaca (Quadrado)	6	0,04047324	0,00674554	2,20	0,1013
Período	3	0,02392461	0,00797487	2,60	0,0908
Tratamento	3	6,01833655	2,00611218	653,46	<0,0001
Tratamento x Quadrado	3	0,00648296	0,00216099	0,70	0,5643
Resíduo	15	0,04605012	0,00307001		
Total	31	6,14402548			
Média geral = 1,446					
Coeficiente de Variação (%) = 3,83					

Apêndice 25 – Resumo da análise de variância para consumo de CNF (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,33069852	0,33069852	2,62	0,1267
Vaca (Quadrado)	6	1,32975111	0,22162519	1,75	0,1768
Período	3	0,66810466	0,22270155	1,76	0,1976
Tratamento	3	12,64682435	4,21560812	33,34	<0,0001
Tratamento x Quadrado	3	0,17336811	0,05778937	0,46	0,7163
Resíduo	15	1,89660005	0,12644000		
Total	31	17,04534680			
Média geral = 9,623					
Coeficiente de Variação (%) = 3,69					

Apêndice 26 – Resumo da análise de variância para consumo de FDN (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,21415008	0,21415008	2,55	0,1312
Vaca (Quadrado)	6	0,87604906	0,14600818	1,74	0,1801
Período	3	0,44334262	0,14778087	1,76	0,1980
Tratamento	3	1,09122398	0,36374133	4,33	0,0218
Tratamento x Quadrado	3	0,11047615	0,03682538	0,44	0,7288
Resíduo	15	1,26008321	0,08400555		
Total	31	3,99532510			

Média geral = 7,730					
Coeficiente de Variação (%) = 3,75					

Apêndice 27 – Resumo da análise de variância para consumo de FDN (% PV)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00001255	0,00001255	0,00	0,9552
Vaca (Quadrado)	6	0,03386460	0,00564410	1,47	0,2552
Período	3	0,02624841	0,00874947	2,27	0,1219
Tratamento	3	0,02993072	0,00997691	2,59	0,0913
Tratamento x Quadrado	3	0,00513991	0,00171330	0,45	0,7244
Resíduo	15	0,05775007	0,00385000		
Total	31	0,15294625			
Média geral = 1,297					
Coeficiente de Variação (%) = 4,78					

Apêndice 28 – Resumo da análise de variância para consumo de energia líquida de lactação (EL_L) em Mcal/dia

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	7,01140019	7,01140019	2,70	0,1214
Vaca (Quadrado)	6	28,53406576	4,75567763	1,83	0,1607
Período	3	14,85441089	4,95147030	1,90	0,1724
Tratamento	3	55,14136597	18,38045532	7,07	0,0035
Tratamento x Quadrado	3	3,90502456	1,30167485	0,50	0,6877
Resíduo	15	39,0203019	2,6013535		
Total	31	148,4665693			
Média geral = 43,59					
Coeficiente de Variação (%) = 3,69					

Apêndice 29 – Resumo da análise de variância para energia líquida (EL) secretada no leite (Mcal/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,02068986	0,02068986	0,00	0,9455
Vaca (Quadrado)	6	58,32354406	9,72059068	2,27	0,0927
Período	3	11,12602962	3,70867654	0,87	0,4801
Tratamento	3	1,95842331	0,65280777	0,15	0,9265
Tratamento x Quadrado	3	7,38408904	2,46136301	0,57	0,6403
Resíduo	15	64,2196623	4,2813108		
Total	31	143,0324382			

Média geral = 21,24					
Coeficiente de Variação (%) = 9,74					

Apêndice 30 – Resumo da análise de variância para eficiência energética (Mcal leite/Mcal ingerida/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00088493	0,00088493	0,29	0,6001
Vaca (Quadrado)	6	0,02526420	0,00421070	1,36	0,2905
Período	3	0,00133679	0,00044560	0,14	0,9316
Tratamento	3	0,00999528	0,00333176	1,08	0,3875
Tratamento x Quadrado	3	0,00350444	0,00116815	0,38	0,7698
Resíduo	15	0,04627308	0,00308487		
Total	31	0,08725871			
Média geral = 0,4880					
Coeficiente de Variação (%) = 11,37					

Apêndice 31 – Resumo da análise de variância para teor protéico do leite (%)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,31501953	0,31501953	37,21	<0,0001
Vaca (Quadrado)	6	0,24504844	0,04084141	4,82	0,0062
Período	3	0,35423359	0,11807786	13,95	0,0001
Tratamento	3	0,13044609	0,04348203	5,14	0,0121
Tratamento x Quadrado	3	0,02310234	0,00770078	0,91	0,4597
Resíduo	15	0,12697422	0,00846495		
Total	31	1,19482422			
Média geral = 2,97					
Coeficiente de Variação (%) = 3,09					

Apêndice 32 – Resumo da análise de variância para produção de proteína bruta no leite (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00710544	0,00710544	2,44	0,1394
Vaca (Quadrado)	6	0,16873427	0,02812238	9,64	0,0002
Período	3	0,02552303	0,00850768	2,92	0,0686
Tratamento	3	0,01220538	0,00406846	1,39	0,2830
Tratamento x Quadrado	3	0,01354137	0,00451379	1,55	0,2434
Resíduo	15	0,04375827	0,00291722		
Total	31	0,27086776			

Média geral = 0,985					
Coeficiente de Variação (%) = 5,48					

Apêndice 33 – Resumo da análise de variância para teor de gordura no leite (%)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,07267578	0,07267578	0,54	0,4751
Vaca (Quadrado)	6	0,96822969	0,16137161	1,19	0,3623
Período	3	0,56660859	0,18886953	1,39	0,2829
Tratamento	3	0,19258984	0,06419661	0,47	0,7049
Tratamento x Quadrado	3	0,32950234	0,10983411	0,81	0,5073
Resíduo	15	2,03094297	0,13539620		
Total	31	4,16054922			
Média geral = 3,20					
Coeficiente de Variação (%) = 11,51					

Apêndice 34 – Resumo da análise de variância para produção de gordura no leite (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00160709	0,00160709	0,06	0,8115
Vaca (Quadrado)	6	0,19608573	0,03268095	1,20	0,3596
Período	3	0,08300202	0,02766734	1,01	0,4140
Tratamento	3	0,00663997	0,00221332	0,08	0,9693
Tratamento x Quadrado	3	0,05227221	0,01742407	0,64	0,6018
Resíduo	15	0,40924293	0,02728286		
Total	31	0,74884994			
Média geral = 1,063					
Coeficiente de Variação (%) = 15,53					

Apêndice 35 – Resumo da análise de variância para teor de lactose no leite (%)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,25027812	0,25027812	61,99	<0,0001
Vaca (Quadrado)	6	0,74495625	0,12415938	30,75	<0,0001
Período	3	0,04165938	0,01388646	3,44	0,0441
Tratamento	3	0,01777813	0,00592604	1,47	0,2632
Tratamento x Quadrado	3	0,01049063	0,00349688	0,87	0,4802
Resíduo	15	0,06055938	0,00403729		

Total	31	1,12572188

Média geral = 4,43
Coeficiente de Variação (%) = 1,43

Apêndice 36 – Resumo da análise de variância para produção de lactose no leite (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00011139	0,00011139	0,01	0,9054
Vaca (Quadrado)	6	0,39336704	0,06556117	8,60	0,0004
Período	3	0,04569132	0,01523044	2,00	0,1575
Tratamento	3	0,01298965	0,00432988	0,57	0,6444
Tratamento x Quadrado	3	0,01869265	0,00623088	0,82	0,5040
Resíduo	15	0,11430145	0,00762010		
Total	31	0,58515349			

Média geral = 1,471
Coeficiente de Variação (%) = 5,93

Apêndice 37 – Resumo da análise de variância para teor de sólidos totais no leite (%)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	2,20500000	2,20500000	12,77	0,0028
Vaca (Quadrado)	6	2,46875000	0,41145833	2,38	0,0809
Período	3	0,81956875	0,27318958	1,58	0,2353
Tratamento	3	0,77364375	0,25788125	1,49	0,2567
Tratamento x Quadrado	3	0,39768125	0,13256042	0,77	0,5298
Resíduo	15	2,59029375	0,17268625		
Total	31	9,25493750			

Média geral = 11,57
Coeficiente de Variação (%) = 3,59

Apêndice 38 – Resumo da análise de variância para produção de sólidos totais no leite (kg/dia)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,00500882	0,00500882	0,05	0,8242
Vaca (Quadrado)	6	2,15223699	0,35870616	3,66	0,0193
Período	3	0,25099911	0,08366637	0,85	0,4862
Tratamento	3	0,05453878	0,01817959	0,19	0,9046
Tratamento x Quadrado	3	0,18581761	0,06193920	0,63	0,6057
Resíduo	15	1,47026144	0,09801743		
Total	31	4,11886274			

Média geral = 3,843					
Coeficiente de Variação (%) = 8,14					

Apêndice 39 – Resumo da análise de variância para concentração de N uréico no leite (mg/dL)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	0,36313915	0,36313915	0,46	0,5060
Vaca (Quadrado)	6	14,19888302	2,36648050	3,03	0,0383
Período	3	14,43422921	4,81140974	6,15	0,0061
Tratamento	3	3,62810941	1,20936980	1,55	0,2437
Tratamento x Quadrado	3	0,66370749	0,22123583	0,28	0,8370
Resíduo	15	11,73180091	0,78212006		
Total	31	45,01986920			
Média geral = 8,26					
Coeficiente de Variação (%) = 10,70					

Apêndice 40 – Resumo da análise de variância para concentração sérica de glicose (mg/dL)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	3,7812500	3,7812500	0,25	0,6251
Vaca (Quadrado)	6	139,4146875	23,2357813	1,53	0,2353
Período	3	18,6415625	6,2138542	0,41	0,7489
Tratamento	3	12,8184375	4,2728125	0,28	0,8381
Tratamento x Quadrado	3	29,3425000	9,7808333	0,64	0,5988
Resíduo	15	227,9337500	15,1955833		
Total	31	431,9321875			
Média geral = 46,16					
Coeficiente de Variação (%) = 8,44					

Apêndice 41 – Resumo da análise de variância para concentração sérica de colesterol total (mg/dL)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	3210,00781	3210,00781	19,36	0,0005
Vaca (Quadrado)	6	20573,60938	3428,93490	20,68	<0,0001
Período	3	301,64844	100,54948	0,61	0,6209
Tratamento	3	14596,71094	4865,57031	29,35	<0,0001
Tratamento x Quadrado	3	60,39844	20,13281	0,12	0,9460
Resíduo	15	2486,80469	165,78698		
Total	31	41229,17969			

Média geral = 191,95					
Coeficiente de Variação (%) = 6,70					

Apêndice 42 – Resumo da análise de variância para concentração sérica de triglicerídeos (mg/dL)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	4,13281250	4,13281250	0,52	0,4800
Vaca (Quadrado)	6	15,35937500	2,55989583	0,32	0,9136
Período	3	39,52343750	13,17447917	1,67	0,2155
Tratamento	3	2,39843750	0,79947917	0,10	0,9579
Tratamento x Quadrado	3	5,08593750	1,69531250	0,22	0,8843
Resíduo	15	118,1796875	7,8786458		
Total	31	184,6796875			
Média geral = 7,95					
Coeficiente de Variação (%) = 35,3					

Apêndice 43 – Resumo da análise de variância para concentração sérica de N uréico (mg/dL)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	P > F
Quadrado	1	4,97450651	4,97450651	3,49	0,0812
Vaca (Quadrado)	6	43,74017381	7,29002897	5,12	0,0048
Período	3	15,34659141	5,11553047	3,59	0,0389
Tratamento	3	15,81060573	5,27020191	3,70	0,0356
Tratamento x Quadrado	3	6,85785876	2,28595292	1,61	0,2298
Resíduo	15	21,3514827	1,4234322		
Total	31	108,0812189			
Média geral = 17,30					
Coeficiente de Variação (%) = 6,89					

Apêndice 44 – Resumo da análise de regressão para consumo de matéria seca (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	12,49033	6,24517	5,70	0,0082
Resíduo	29	31,77999	1,09586		
Total	31	44,27032			
R^2 = 0,6937					
Erro padrão da média = 0,9508					

Apêndice 45 – Resumo da análise de regressão para peso vivo (kg) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	31,44687	15,72344	0,04	0,9643
Resíduo	29	12532	432,15242		
Total	31	12564			
R^2 = 0,8904					
Erro padrão da média = 9,5816					

Apêndice 46 – Resumo da análise de regressão para consumo de matéria seca relativo ao peso vivo (CMS%PV) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,31957	0,15979	3,42	0,0464
Resíduo	29	1,35518	0,04673		
Total	31	1,67475			
R^2 = 0,6258					
Erro padrão da média = 0,2044					

Apêndice 47 – Resumo da análise de regressão para produção de leite (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	5,88022	2,94011	0,51	0,6076
Resíduo	29	168,23345	5,80115		
Total	31	174,11367			
R^2 = 0,8319					
Erro padrão da média = 1,3969					

Apêndice 48 – Resumo da análise de regressão para produção de leite corrigida a 3,5% de gordura (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,49224	0,24612	0,03	0,9719
Resíduo	29	250,44283	8,63596		
Total	31	250,93507			
R^2 = 0,6414					
Erro padrão da média = 2,4494					

Apêndice 49 – Resumo da análise de regressão para eficiência alimentar (kg leite/kg MS ingerida) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,03909	0,03909	3,99	0,0550
Resíduo	29	0,29403	0,00980		
Total	31	0,33311			
R^2 = 0,7284					
Erro padrão da média = 0,0776					

Apêndice 50 – Resumo da análise de regressão para consumo de proteína bruta (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,72584	0,36292	8,48	0,0013
Resíduo	29	1,24060	0,04278		
Total	31	1,96644			
R^2 = 0,7307					
Erro padrão da média = 0,1879					

Apêndice 51 – Resumo da análise de regressão para consumo de gordura bruta (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	6,01201	3,00601	660,34	<,0001
Resíduo	29	0,13201	0,00455		
Total	31	6,14403			
R^2 = 0,9925					
Erro padrão da média = 0,0554					

Apêndice 52 – Resumo da análise de regressão para consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	12,63432	6,31716	41,53	<,0001
Resíduo	29	4,41103	0,15210		
Total	31	17,04535			
R^2 = 0,8887					
Erro padrão da média = 0,3556					

Apêndice 53 – Resumo da análise de regressão para consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	1,04337	1,04337	10,60	0,0028
Resíduo	29	2,95196	0,09840		
Total	31	3,99533			

R^2 = 0,6846
Erro padrão da média = 0,2898

Apêndice 54 – Resumo da análise de regressão para consumo de fibra em detergente neutro em porcentagem do peso vivo (CFDN%PV) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,02936	0,02936	7,13	0,0121
Resíduo	29	0,12359	0,00412		
Total	31	0,15295			

R^2 = 0,6224
Erro padrão da média = 0,0620

Apêndice 55 – Resumo da análise de regressão para consumo de energia líquida de lactação (Mcal/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	55,00639	27,50320	8,53	0,0012
Resíduo	29	93,46018	3,22276		
Total	31	148,46657			

R^2 = 0,7372
Erro padrão da média = 1,6129

Apêndice 56 – Resumo da análise de regressão para energia secretada no leite (Mcal/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	1,42923	0,71461	0,15	0,8645
Resíduo	29	141,60321	4,88287		
Total	31	143,03244			

R^2 = 0,5510
Erro padrão da média = 2,0691

Apêndice 57 – Resumo da análise de regressão para eficiência energética (EL leite/CEL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,00977	0,00489	1,83	0,1787
Resíduo	29	0,07749	0,00267		
Total	31	0,08726			
R^2 = 0,4697					
Erro padrão da média = 0,0555					

Apêndice 58 – Resumo da análise de regressão para porcentagem de proteína do leite sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,12238	0,12238	3,42	0,0742
Resíduo	29	1,07245	0,03575		
Total	31	1,19482			
R^2 = 0,8937					
Erro padrão da média = 0,0920					

Apêndice 59 – Resumo da análise de regressão para produção de proteína bruta no leite (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,01051	0,00525	0,59	0,5634
Resíduo	29	0,26036	0,00898		
Total	31	0,27087			
R^2 = 0,8384					
Erro padrão da média = 0,0540					

Apêndice 60 – Resumo da análise de regressão para porcentagem de gordura do leite sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,19146	0,09573	0,70	0,5050
Resíduo	29	3,96909	0,13687		
Total	31	4,16055			
R^2 = 0,5118					
Erro padrão da média = 0,3679					

Apêndice 61 – Resumo da análise de regressão para produção de gordura no leite (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,00505	0,00253	0,10	0,90
Resíduo	29	0,74380	0,02565		
Total	31	0,74885			

R^2 = 0,4535
Erro padrão da média = 0,1651

Apêndice 62 – Resumo da análise de regressão para porcentagem de lactose no leite sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,01202	0,00601	0,16	0,8559
Resíduo	29	1,11370	0,03840		
Total	31	1,12572			

R^2 = 0,9462
Erro padrão da média = 0,0635

Apêndice 63 – Resumo da análise de regressão para produção de lactose no leite (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,01198	0,00599	0,30	0,7408
Resíduo	29	0,57317	0,01976		
Total	31	0,58515			

R^2 = 0,8047
Erro padrão da média = 0,0873

Apêndice 64 – Resumo da análise de regressão para porcentagem de sólidos totais no leite sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,76835	0,38418	1,31	0,2846
Resíduo	29	8,48658	0,29264		
Total	31	9,25494			

R^2 = 0,7202
Erro padrão da média = 0,4156

Apêndice 65 – Resumo da análise de regressão para produção de sólidos totais no leite (kg/dia) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	0,04181	0,02091	0,15	0,8625
Resíduo	29	4,07705	0,14059		
Total	31	4,11886			
R^2 = 0,6430					
Erro padrão da média = 0,3131					

Apêndice 66 – Resumo da análise de regressão para concentração de nitrogênio uréico no leite (mg/dL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	3,15367	1,57684	1,09	0,3489
Resíduo	29	41,86620	1,44366		
Total	31	45,01987			
R^2 = 0,7394					
Erro padrão da média = 0,8844					

Apêndice 67 – Resumo da análise de regressão para concentração sérica de glicose (mg/dL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	11,54038	5,77019	0,40	0,6752
Resíduo	29	420,39181	14,49627		
Total	31	431,93219			
R^2 = 0,4723					
Erro padrão da média = 3,8981					

Apêndice 68 – Resumo da análise de regressão para concentração sérica de colesterol total (mg/dL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	14412	14412	16,12	0,0004
Resíduo	29	26818	893,92219		
Total	31	41229			
R^2 = 0,9397					
Erro padrão da média = 12,876					

Apêndice 69 – Resumo da análise de regressão para concentração sérica de triglicerídeos (mg/dL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	1,94688	0,97344	0,15	0,8576
Resíduo	29	182,73281	6,30113		
Total	31	184,67969			
R^2 = 0,3601					
Erro padrão da média = 2,8069					

Apêndice 70 – Resumo da análise de regressão para concentração sérica de nitrogênio uréico (mg/dL) sobre o teor de gordura na dieta

Efeito	GL	SQ	QM	F	P > F
Modelo	2	12,12033	6,06016	1,83	0,1782
Resíduo	29	95,96089	3,30900		
Total	31	108,08122			
R^2 = 0,8025					
Erro padrão da média = 1,1931					

Apêndice 71 - Custos de produção em reais, outros que não os da alimentação, relativos ao ano agrícola compreendido entre 01/06/03 a 31/05/04 (safra 03/04), por mês dentro do ano agrícola, em reais por kg de leite produzido e em porcentagem do custo total de produção, relativos a uma produção de 350.829 kg de leite

GRUPOS DE DESPESAS	Safra03/04	Valor Mensal	R$/kg leite	Custo %/kg leite
Administrativas	1.520,22	126,69	0,0043	0,91
Alimentação (pessoal)	463,21	38,60	0,0013	0,28

Análises e Exames	12,00	1,00	0,0000	0,01
Assepsia e Limpeza	2.421,72	201,81	0,0069	1,45
Associações	218,42	18,20	0,0006	0,13
Consertos e Ferramentas	320,58	26,72	0,0009	0,19
Material de Segurança	296,84	24,74	0,0008	0,18
Óleo Diesel e Lubrificantes	3.632,82	302,74	0,0104	2,17
Defensivos	6,37	0,53	0,0000	0,00
Energia Elétrica	4.951,14	412,60	0,0141	2,96
Juros	211,66	17,64	0,0006	0,13
Fretes	4.653,96	387,83	0,0133	2,79
Impostos	2.975,49	247,96	0,0085	1,78
Manutenção de Benfeitorias	223,33	18,61	0,0006	0,13
Manutenção de Cercas	314,02	26,17	0,0009	0,19
Manutenção de Implementos	133,42	11,12	0,0004	0,08
Manutenção de Máquinas	634,09	52,84	0,0018	0,38
Manutenção de Instalações	2.966,20	247,18	0,0085	1,78
Aluguel de Máquinas	116,70	9,73	0,0003	0,07
Assistência Veterinária	2.584,57	215,38	0,0074	1,55
Mão-de-obra Assist, Técnica	1.442,35	120,20	0,0041	0,86
Mão-de-obra Funcionários	19.347,92	1.612,33	0,0551	11,58
Mão-de-obra Eventual	1.273,10	106,09	0,0036	0,76
Seguros	664,30	55,36	0,0019	0,40
Despesas diversas	869,78	72,48	0,0025	0,52
Combustível Veículos	764,89	63,74	0,0022	0,46
Depreciação	3.829,22	319,10	0,0109	2,29
Remuneração do Capital Investido	3.929,73	327,48	0,0112	2,35
Totais	**60.778,05**	**5.064,84**	**0,1732**	**36,38**

VITA

Jorge Schafhäuser Junior, filho de Jorge Schafhäuser e Hilda Guebert Schafhäuser, nascido em Curitiba, Paraná, em primeiro de abril de 1967, concluiu o curso técnico em Agropecuária no Colégio Agrícola Estadual Prof. Lysimaco Ferreira da Costa, em Rio Negro/PR, no ano de 1984.

Foi assistente técnico e inseminador de bovinos na Fazenda São José, Rauen Agropecuária Ltda., no município de Mafra/SC, durante o primeiro semestre de 1985. Ingressou no curso de Zootecnia, no segundo semestre do mesmo ano, na Universidade Estadual de Maringá/PR.

Graduou-se em Zootecnia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em 1992.

Foi administrador da Cabanha Marcosanto, Fazenda São Marcos e Fazenda Rio Pequeno, enquanto gerente de pecuária do grupo Marcosanto, no município de Antonina/PR entre abril de 1992 e dezembro de 1993.

Em março de 1994, iniciou suas atividades docentes, como professor auxiliar, na Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia da PUCRS, em Uruguaiana, onde exerceu a docência até agosto de 2004.

Em agosto de 1994, licenciou-se de suas atividades na PUCRS para cursar Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/MG, recebendo o título de Mestre em fevereiro de 1997.

Em março de 2001, licenciou-se de suas atividades como professor assistente na PUCRS para cursar Doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo