

ROGÉRIO DA SILVA MATOS

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CINÉTICA DA DIGESTÃO DE
NUTRIENTES EM CAPRINOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

ROGÉRIO DA SILVA MATOS

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CINÉTICA DA DIGESTÃO DE
NUTRIENTES EM CAPRINOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2008.

Prof^a. Maria Ignez Leão
(Co-Orientadora)

Prof. José Carlos Pereira

Marco Aurélio Delmondes Bomfim

Márcia Maria Cândido da Silva

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Orientador)

“O que faz a gente ser grande é não perder o futuro de vista... É chegar a um porto, fincar a bandeira da conquista e nesse mesmo instante começar buscar outros portos. ”

Mário Quintana

Ao meu soberano Deus e à Nossa Senhora.

Aos meus pais Eli e Marlene, de quem tive uma sustentável formação de base, a ponto de ter suporte e liberdade para fazer minhas escolhas de vida.

Aos meus queridos irmãos Rodrigo, Ricardo, Rafael e minha cunhada-irmã Roberta, pessoas que não se entregam ao fracasso e estão buscando, com esforço e insistência, seus sonhos, cada um à sua maneira.

Às minhas sobrinhas Hadassa e Rhannah, anjinhos que caíram na minha vida para me mostrar que tenho ainda mais razão para viver e acreditar no amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, por me profissionalizar cada vez mais, através do seu competente corpo docente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Orientador Marcelo Teixeira Rodrigues, por me dar suporte para que o trabalho de pesquisa seja bem executado e direcionar minha formação acadêmica.

À Professora Maria Ignez Leão, que com muita disposição e descontração realizou a cirurgia para fistular os animais.

Ao Marco Bomfim, pesquisador-chefe deste projeto, pela atenção com a realização do projeto, mesmo à distância.

À Maria Antônia Ladarardo Etchegaray e Dante Pazzanese Duarte Lanna pelo apoio nas análises dos perfis lipídicos.

Ao amigo Leandro Santos, por toda a colaboração com a análise estatística.

Aos meus avós, tios e tias, primos e primas Matos e Mendes, por alegrar meus dias, simplesmente por se fazerem presentes ao longo da minha vida.

A todos amigos baianos que estão espalhados pelo mundo mas que foram formados em Teixeira de Freitas que, no coração, torcem pelo meu sucesso. E aos irmãos de Itapetinga: Júnior e Ciba, que fizeram parte da minha história, especialmente.

Às minhas primeiras “irmãs científicas”, Nívea e Gabriela. Um trio que deu certo sempre, e nessa unidade pôde ser partilhada muito trabalho e amizade, com diversão.

À mãe viçosence Dona Marli e sua filha Leda, pessoas agradáveis que se preocupam comigo e me acolhem no seu lar.

À amiga Andréia, personalidade admirável, de quem tenho o privilégio de ter os conselhos sensatos e apoio.

À Márcia Cândido, Renata Branco e Carla Rodrigues por serem minhas primeiras “Patroas”, com quem estagiei por bons tempos, assim que cheguei em Viçosa, e me ensinaram a trabalhar com cabras fistuladas e fazer análises laboratoriais.

À Amelinha, Charles, Claudinha, Wender (Goiano), Lincoln e Elenice pela amizade e incentivo.

Aos meus estagiários, Timótheo, Simone, Sueli, Paula, Ronan, Joseane, Carol que deram aquela ajuda braçal, literalmente. Obrigado pessoal! Vocês foram

importantes, por contribuir em uma das fases mais difíceis e impossíveis de ser realizada sozinha.

Aos motoristas Miller Palhão e Fernanda Assaife que nas coletas de madrugada deram sua contribuição no transporte da turma.

Aos funcionários do capril: Sr. Zé Maria, João, Arlindo, Ronaldinho, Sr. Manoel, Sr. Antônio, Paulo, Zé Maria, Cláudio, Anderson e Corujinha, pela boa vontade e pelo auxílio em tudo que precisei.

Aos irmãos Vitor e Leo, com quem divido não só a república mas também o companheirismo, a amizade, a confiança de ter o apoio nessa caminhada. Amigos para sempre iremos ser!

À Aline, Rosana, Carlindo, Morgana e Ivan pelo companheirismo baiano, nas degustações dos almoços com comidas típicas da nossa terra.

Às irmãs “Reis”, especialmente Glauce, por me apoiar em Viçosa assim que cheguei.

Aos amigos da Capela, especialmente os da equipe Perseverança, ao Padre Sebastião e os Ministros da Eucaristia, onde formei amizades sinceras, e com eles pude amadurecer mais na fé.

Aos colegas da República dos 7 Anões: Bernardo, Dom João, Tiago, Ulisses, Samuel e Miquéias, a primeira república que morei em Viçosa e colegas que lá frequentavam: Bochecha, Felipe e Nathy

À Silmara Carvalho, minha professora da UESB e amiga, por me encorajar a buscar aquilo que encherava ainda distante. Valeu pelo empurrão!

Aos colegas de pós-graduação, pelo convívio e pelos bons momentos no laboratório. Em especial, à Shirley Motta e Stefanie Alvarenga, com quem dava muitas risadas no almoço, quando íamos partilhar as marmitas do “Gorduroso”.

Aos laboratoristas: Vera, Valdir, Mário, Fernando e Wellington pela colaboração com as minhas análises.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Rogério da Silva Matos, filho de Eli Almeida Matos e Marlene da Silva Matos, nasceu em 1 de Junho de 1980, na cidade de Nanuque, MG, e ainda recém nascido retornou para sua casa em Teixeira de Freitas na Bahia, onde foi criado.

Em 2001 aos 20 anos de idade, após concluir os estudos a nível de segundo grau, deixou os amigos e família e foi estudar faculdade de Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga.

Após dois anos de curso, já visando uma universidade com pós graduação bem conceituada no país, transferiu seus estudos para a Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, no estado de Minas Gerais.

Início de 2006 graduou-se em Zootecnia e no mesmo ano ingressava no curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
ABSTRACT	xiv
Introdução Geral	1
Literatura Citada	6
Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas	9
RESUMO	9
ABSTRACT	10
Introdução	11
Material e Métodos	14
Resultados e Discussão	22
Conclusões	30
Literatura Citada	31
Características digestivas, eficiência microbiana e o fluxo de nutrientes em dietas para cabras leiteiras suplementadas com diferentes fontes de lipídios	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
Introdução	36
Material e Métodos	38
Resultados e Discussão	48
Conclusões	64
Literatura Citada	64
Efeito de diferentes fontes lipídicas sobre o perfil de ácidos graxos na digesta omasal e metabolismo de lipídios no rúmen em cabras leiteiras	68
RESUMO	68
ABSTRACT	69
Introdução	70
Material e Métodos	72
Resultados e Discussão	78
Conclusões	84
Literatura Citada	85
Apêndices	88
Apêndice A	88
Apêndice B	94
Apêndice C	111

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais	15
Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	16
Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais	18
Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	18
Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais	19
Tabela 6 - Perfil dos ácidos graxos do óleo das dietas de cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas	23
Tabela 7 - Fluxo da matéria seca (FMS) e digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS) estimados a partir dos indicadores internos indigestíveis em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios	24
Tabela 8 - Consumo de matéria seca e de nutrientes por cabras alimentadas com dietas suplementadas, ou não, com diferentes fontes de lipídios.....	25
Tabela 9 - Coeficiente da digestibilidade aparente total e digestibilidade ruminal e intestinal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios	27
Tabela 10 - Consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (CEL) por cabras alimentadas com dietas suplementadas, ou não, com diferentes fontes de lipídios	29
Tabela 11 - Consumo, excreções, balanço e retenção de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com dietas apresentando diferentes fontes de lipídio	30

CAPÍTULO 2

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais	39
Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	40
Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais	42

Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	42
Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais	43
Tabela 6 - Peso, conteúdo e massa ruminal de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios	48
Tabela 7 - Fluxo de matéria seca e nutriente no omaso (g.d^{-1}) de cabras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios	50
Tabela 8 - Produção, fluxo e eficiência de produção de proteína microbiana, com base no fluxo de matéria seca omasal, em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios	51
Tabela 9 - Características ruminais: amônia (NH_3), pH e taxa de passagem (Kp), de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes lipídicas	53
Tabela 10 - Médias das concentrações dos ácidos graxos láctico, acético, propiônico e butírico no líquido ruminal.	58
Tabela 11 - Proporções de ácidos graxos voláteis (AGV) acético, propiônico e butírico e relação acetato propionato, no líquido ruminal	59

CAPÍTULO 3

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais	73
Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	74
Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais	76
Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	76
Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais	77
Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida e da digesta omasal (fluxo) de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes lipídicas	79
Tabela 7 - Coeficiente de desaparecimento dos ácidos graxos no rúmen, em porcentagem do óleo consumido, de cabras leiteiras alimentadas com dietas apresentando fontes lipídicas distintas.....	82

APÊNDICE A

Tabela 1A - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T1 = dieta controle; T2 = dieta suplementada com óleo de soja; T3 = dieta suplementada com óleo de palmiste e T4 = dieta suplementada com óleo de canola) e valores referentes ao peso vivo (PV) e ao consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de unidade de tamanho metabólico (CMSUTM).....	88
Tabela 2A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.dia ⁻¹ , aos consumos de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) e ao consumo de energia líquida (CEL), em mcal.dia ⁻¹	89
Tabela 3A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, ao coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT), dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT) e dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF).....	90
Tabela 4A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual com relação ao coeficiente de digestibilidade total, ao coeficiente de digestibilidade ruminal da matéria seca (CDRMS), da matéria orgânica (CDRMO), da fibra em detergente neutro (CDRFDN), da proteína bruta (CDRPB), do extrato etéreo (CDREE), dos carboidratos não-fibrosos (CDRCNF) e dos carboidratos totais (CDRCT)	91
Tabela 5A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d ⁻¹ , ao consumo de nitrogênio (CN), ao nitrogênio excretado nas fezes (NF), ao nitrogênio metabólico fecal (NMF) e ao nitrogênio indigerível nas fezes (NIF)	92
Tabela 6A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d ⁻¹ , ao nitrogênio excretado na urina (NU), ao nitrogênio urinário endógeno (NUE), ao nitrogênio urinário exógeno (NUEx), ao balanço de nitrogênio (BN), nitrogênio verdadeiramente digerido (NVD) e em porcentagem, o valor biológico real (VBR), relação entre nitrogênio urinário exógeno e nitrogênio verdadeiramente digerido (NUEx/NVD).....	93

APÊNDICE B

Tabela 1B - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, do conteúdo ruminal sólido (SOL), líquido (LIQ), total, matéria seca ruminal (MSR) e matéria orgânica ruminal (MOR)	94
Tabela 2B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, da proteína bruta ruminal (PBR), do extrato etéreo ruminal (EER), da fibra em detergente neutro ruminal (FDNR), dos carboidratos não-fibrosos ruminais (CNFR) e dos carboidratos totais ruminais (CTR)	95
Tabela 3B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à taxa de passagem (kp), em %.h ⁻¹ , aos fluxos, em kg/dia, de matéria seca (FMS),	

matéria orgânica (FMO), fibra em detergente neutro (FFDN) e proteína bruta (FPB) para o omaso	96
Tabela 4B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em kg/dia, de extrato etéreo (FEE), carboidratos não-fibrosos (FCNF) e carboidratos totais (FCT) para o omaso.....	97
Tabela 5B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de matéria seca (FPMS), de matéria orgânica (FPMO), fibra em detergente neutro (FPFDN) e proteína bruta (FPPB) chegando ao omaso	98
Tabela 6B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de extrato etéreo (FPÉE), carboidratos não-fibrosos (FPCNF) e carboidratos solúveis totais (FPCT) chegando ao omaso	99
Tabela 7B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g/dia, ao fluxo de proteína bruta microbiana (FPMic) e à eficiência de síntese microbiana, em g de proteína microbiana por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (PMicMODR), em g de proteína microbiana de carboidratos totais degradados no rúmen (PMicCTDR) e em g de nitrogênio por kg de NDT consumido (PMicNDT)	100
Tabela 8B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao pH nos horários de coleta (07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30, 17:30 horas).....	101
Tabela 9B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao pH nos horários de coleta (19:30, 21:30, 23:30, 01:30, 03:30, 05:30 horas).....	102
Tabela 10B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à amônia ruminal (NH ₃) nos horários de coleta (07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30, 17:30 horas).....	103
Tabela 11B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à amônia ruminal (NH ₃) nos horários de coleta (19:30, 21:30, 23:30, 01:30, 03:30, 05:30 horas).....	104
Tabela 12B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido láctico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	105
Tabela 13B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido acético (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	106
Tabela 14B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido propiônico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	107
Tabela 15B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido butírico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	108
Tabela 16B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao total de ácidos graxos voláteis (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	109
Tabela 17B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à relação acetato/propionato nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)	110

APÊNDICE C

Tabela 1C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida (% do óleo consumido).....	111
Tabela 2C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida (% do óleo consumido).....	112
Tabela 3C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso)	113
Tabela 4C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso)	114
Tabela 5C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso). REL = relação C18:1/11/(C18:2 + C18:3).....	115

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Equipamentos e materiais utilizados na coleta de amostras do omaso: a) tubo coletor; b) kitassato; c) bomba de vácuo.	45
Figura 2 - Concentração de amônia no rúmen de cabras, no período de 24 horas, recebendo suplementação ou não de diferentes fontes de óleo.	54
Figura 3 - Comportamento das dietas contendo diferentes fontes lipídicas sobre o comportamento do pH ruminal.	55
Figura 4 - Concentração dos ácidos graxos voláteis x tempo de coleta	61
Figura 5 - Concentração do ácido acético x tempo de coleta	61
Figura 6 - Concentração do ácido propiônico x tempo de coleta	61
Figura 7 - concentração do ácido butírico x tempo de coleta	61
Figura 8 - Concentração do ácido láctico x tempo de coleta	64

RESUMO

MATOS, Rogério da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2008.
Perfil de ácidos graxos e cinética da digestão de nutrientes em caprinos.
Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-orientadores: Maria Ignez Leão e Paulo Roberto Cecon.

Objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito do uso de fontes lipídicas apresentando diferentes graus de saturação de ácidos graxos (AG) sobre o consumo, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, o fluxo de nutrientes, a produção e a eficiência microbiana, as características ruminais, e o perfil de AG da digesta omasal (fluxo). Utilizou-se 8 cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, duplicado. Foram utilizadas 4 dietas, sendo uma dieta controle (DC) e três suplementadas com diferentes fontes de lipídios: óleo de soja (OS), óleo de palmiste (OP), óleo de canola (OC). A suplementação com óleo em 2,3% na MS da dieta total não influenciou o consumo de matéria seca (MS), de energia e nutrientes, exceto de extrato etéreo (EE), com maior consumo para as suplementadas. A digestibilidade aparente total da MS e nutrientes não sofreram efeito das diferentes fontes, embora o tratamento com óleo de canola tenha promovido redução na digestibilidade ruminal da MS, da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN), da proteína bruta (PB), do EE e dos carboidratos totais (CT). O balanço de nitrogênio foi mais eficiente sem a inclusão das fontes lipídicas. Os fluxos de MS e de nutrientes, diferiram entre as rações avaliadas, sendo que o maior fluxo de todas essas variáveis ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) foi observado quando utilizada a dieta óleo de canola, assemelhando-se apenas com a óleo de palmiste nos valores de FDN e CT. Valores reduzidos para a concentração de nitrogênio amoniacal foram obtidos com o uso da ração OP. Na avaliação do pH e da cinética de trânsito não foram verificadas variações entre dietas. No omaso, foi observado elevados teores de ácido trans-vacênico (C18:1 *trans*-11) quando utilizado a dieta OS. Na análise de eficiência de conversão de alguns AGs em C18:1 *trans*-11 no rúmen, verificou-se que a dieta OS também apresentou superioridade em relação às demais, sugerindo maior produção de ácido linoléico conjugado (CLA). Conclui-se que o óleo de soja pode ser suplementado na dieta de cabras leiteiras, associado à redução do pH ruminal, com o uso de maior proporção de concentrado na dieta, como estratégia para aumentar a excreção de CLA no leite, sem comprometer a digestibilidade dos nutrientes, a eficiência microbiana e as condições do meio ruminal.

ABSTRACT

MATOS, Rogério da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2008. **Pofile of fat acids and digestion kinetic of nutritious in caprines.** Adviser: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-advisers: Maria Ignez Leão and Paulo Roberto Cecon.

This study aimed to evaluate the effects of lipid sources with different degrees of fatty acid saturation on the intake, digestibility, nitrogen balance, nutrient flow, microbial production and efficiency, ruminal characteristics, fatty acid (FA) profile in omasal digesta (flow), and ruminal biohydrogenation. Eight rumen fistulated goats that were neither pregnant nor lactating, distributed in a double 4 x 4 Latin square design, were used. Four diets were used, one of them was the control diet (CD) and the other three were supplemented with different sources of lipids: soy oil (SO), palm kernel oil (PKO), canola oil (CO). Supplementation with 2.3% of oil in dry matter (DM) of total diet did not influence the intakes of DM, energy and nutrients, except the etheral extract (EE), with higher intake effects for the supplemented diets. The total apparent digestibility of dry matter and nutrients did not show any effects due to the different oil sources, although CO had shown a reduction in the ruminal digestibility of DM, organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), EE and total carbohydrates (TC). Nitrogen balance efficiency was not higher by using the lipid sources. DM and nutrient flow differed among the evaluated diets. The highest flow of all studied variables ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) was found when CO was used, being similar only to PKO values for NDF and TC. Reduced values for ammoniacal nitrogen concentration were found when PKO was used. It was not found variations among the diets for pH evaluation and transit kinetics. When the lipid profile of omasum was performed, high percentages of vaccenic acid (C18:1 *trans*-11) was found for the diet supplemented with SO. Such diet also showed a better efficiency on the conversion of some FA's into C18:1 *trans*-11 in the rumen. Soy oil may be used as a supplement on dairy goat diet, associated with the ruminal pH reduction by using higher rates of concentrate in relation to the forage on the diet, as a strategy to increase excretion of conjugated linoleic acid (CLA) in milk without compromising nutrient digestibility, microbial efficiency and conditions of the ruminal environment.

Introdução Geral

O consumo de energia é a principal limitação na produção de leite, podendo ser determinado em função da concentração energética da dieta e da taxa de consumo. As características físico-químicas dos ingredientes da dieta e suas interações podem ter grande efeito sobre o consumo de alimentos por cabras leiteiras, influenciando a quantidade de nutrientes disponíveis para a absorção e produção (Allen, 2000).

A suplementação lipídica tem sido utilizada na formulação de dietas de ruminantes como uma alternativa em substituição aos carboidratos de rápida fermentação com o objetivo de aumentar a concentração energética das rações, uma vez que o óleo fornece 2,25 vezes mais energia que os carboidratos. Os lipídios também podem ser utilizados para manipular a composição da gordura do leite, uma vez que os ácidos graxos da dieta, após absorvidos no duodeno, podem ser conduzidos à glândula mamária e compor o perfil lipídico do leite.

Neste aspecto, tem surgido grande interesse, por parte dos pesquisadores, em aumentar os ácidos graxos insaturados (AGI) e também a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) nos produtos lácteos, já que é sabido que os ácidos graxos saturados estão associados a uma gama de distúrbios, como doenças cardio-vasculares, e o CLA, além de apresentar comprovadamente propriedades antimutagênicas e anticarcinogênicas (Ha et al., 1987) atua na redução de agentes citotóxicos existentes nas células cancerígenas (Parodi, 1994). O CLA apresenta ainda uma série de outras características benéficas à saúde, pois desencadeia estímulos de resposta imune contra a aterosclerose (Lee et al., 1994), apresenta propriedade hipocolesterolêmica (Kelly & Bauman, 1996) e atividades na prevenção de outras doenças como diabetes (Houseknecht et al., 1998) e obesidade, além de atuar como um poderoso antioxidante (Park et al., 1999).

Deve ser lembrado que o óleo insaturado da dieta, na forma livre, quando disponível no ambiente ruminal sofre o processo da biohidrogenação, o que pode não proporcionar a disponibilidade dos ácidos graxos insaturados para absorção no intestino delgado.

Para o desencadeamento do processo de biohidrogenação é necessário a hidrólise do triglicerídeo, como passo inicial, para em seguida, os ácidos graxos percorrerem as diferentes rotas metabólicas, isomerização e/ou redução, com formação de moléculas intermediárias, como o CLA *cis-9 trans-11*, que é o primeiro

intermediário na biohidrogenação do ácido linoléico, ou ainda pela formação do ácido esteárico, se reduzidas todas as duplas ligações.

A isomerização é um passo intermediário da biohidrogenação dos ácidos graxos, que por ação das isomerases produzidas pelos microrganismos, as ligações duplas mudarão de posição, sendo convertidas de *cis* para *trans*. Enquanto que a biohidrogenação, propriamente dita, consiste na adição de hidrogênio nas ligações insaturadas (Churh, 1988) aumentando o grau de saturação desta.

Surge nesse momento, a necessidade de evitar a completa biohidrogenação dos ácidos graxos no ambiente ruminal. Este objetivo pode ser alcançado reduzindo o pH do ambiente ruminal, que pode ser facilmente manipulado utilizando-se alto nível de concentrado na dieta.

O pH ruminal apresenta importante papel nas alterações dos lipídios no rúmen, onde as taxas de lipólise e de biohidrogenação são menores decorrentes da queda do pH, em situações de alta concentração de carboidratos não-estruturais na dieta (Van Nevel & Demeyer, 1996), resultando em maior escape de ácidos graxos insaturados para o abomaso. Isto se deve principalmente à redução na lipólise que é um passo anterior a biohidrogenação. O baixo pH do rúmen pode também afetar a etapa final da biohidrogenação, onde o C18:1 *trans* é convertido a ácido esteárico (Demeyer & Doreau, 1999).

Com a queda do pH ruminal, ocorre a redução de bactérias de gram positivo, sendo neste caso, as celulolíticas, as principais responsáveis pela biohidrogenação. E por ser gram negativo, o baixo pH favorece, então, a bactéria anaeróbica ruminal *Butirivibrio Fibrisolvans*, que isomeriza o ácido linoléico com suas enzimas, preferencialmente para as formas de ácido linoléico conjugado (CLA) (Kepler et al., 1966; Parodi, 1997).

Dessa forma, tem-se como estratégia para melhoria da qualidade da gordura do leite a associação do aumento no fornecimento do substrato lipídico, via dieta, para o animal e da manutenção de baixos valores de pH no rúmen através da utilização de dietas com baixo nível de fibra, o que constitui uma técnica de proteção das fontes suplementares de lipídios insaturados contra a ação microbiana ruminal, reduzindo a biohidrogenação, o que possibilita que mais ácidos graxos insaturados, preferencialmente o CLA, cheguem ao intestino, onde poderão então ser absorvidos e incorporados à gordura do leite (Van Nevel e Demeyer, 1996).

Nessas condições, acredita-se que aos ácidos graxos insaturados da dieta possam escapar da biohidrogenação ruminal, mantendo sua composição de origem, ou serem parcialmente hidrogenados, e disponibilizar no duodeno um maior aporte de ácidos graxos precursores do Ácido Linoléico Conjugado (CLA) e do próprio CLA para serem absorvidos e participarem da composição do leite. Este fato é confirmado por González (2001) ao observar relação positiva entre o lipídio da dieta e do leite na sua pesquisa, onde cerca de 25% dos ácidos graxos do leite foram provenientes da dieta ou dos metabolismos ruminal e intestinal e 50% foram derivados do plasma sanguíneo. De maneira que se pode manipular um produto com qualidade de ácidos graxos de interesse para a saúde humana.

Contudo, vale ressaltar que modificações nas características do lipídio da dieta podem ser responsáveis por várias outras alterações no metabolismo ruminal, nos processos digestivos e, conseqüentemente, dos nutrientes que chegam ao duodeno.

Entretanto, atenção deve ser dada ao se utilizar a suplementação de lipídios tanto em qualidade quanto em quantidade na dieta para ruminantes, já que tem efeitos diretos sobre a degradabilidade ruminal da fibra, seja pelos ácidos graxos insaturados desfavorecerem o crescimento das bactérias celulolíticas (Richardson et al., 1984; Chalupa et al., 1986) ou pela presença do óleo causar uma barreira física protetora sobre a fibra, impedindo a ação digestiva das enzimas bacterianas no tecido vegetal.

Essa redução na digestibilidade da fração fibrosa dos alimentos além de acarretar, geralmente, reduções na digestibilidade de outros nutrientes, conseqüentemente comprometendo o valor energético da ração, pode também limitar o consumo de matéria seca, por promover maior tempo de retenção da fração fibrosa no rúmen.

Palmquist (1989) e Jenkins (1993) afirmaram que dietas com concentrações de óleo superior a 7%, promovem depressão no consumo de matéria seca, na digestibilidade de nutrientes e principalmente da fibra. Entretanto, o consumo de matéria seca também pode ser alterado, de acordo o perfil de ácidos graxos dos óleos fornecidos, o que foi concordado por Romo et al. (2000), ao verificarem menor consumo de matéria seca em vacas submetidas à infusão abomasal de misturas de isômeros C18:1 *cis* e C18:1 *trans*, já Malafaia et al. (1996), trabalhando com fontes de ácidos graxos saturados, não encontraram diferenças no consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais.

As modificações nas características digestivas do alimento no rúmen causam perturbações qualitativas e quantitativas sobre a microbiota ruminal, finalmente alterando os produtos da fermentação como amônia, proteína microbiana e ácidos graxos de cadeia curta e também as condições de pH ruminal.

A amônia ruminal é originada da degradação de aminoácidos, por ação das bactérias proteolíticas, e do nitrogênio não-protéico da dieta. A amônia não utilizada para a síntese de proteína microbiana, é absorvida pela parede do rúmen, atinge o sistema porta-hepático e no fígado é metabolizada à uréia. Uma vez na corrente sanguínea, a uréia pode difundir-se livremente para o leite, através do epitélio alveolar da glândula mamária devido ao seu baixo peso molecular, justificando dessa forma a alta correlação entre a concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite (Mouro et al., 2002).

A produção de amônia e de proteína microbiana podem ser influenciadas pela fonte lipídica na dieta, pela substituição de fontes de energia fermentescível para os microrganismos, ou indiretamente, por promover a defaunação (Dewhurst et al., 2000), haja visto, que os protozoários fazem a fagocitose das bactérias, o chamado “ciclo fútil”.

Quanto à proteína bacteriana, experimentos *in vitro* demonstraram aumento na eficiência de síntese microbiana e redução na concentração de amônia ruminal, em animais recebendo óleo na dieta (Van Nevel e Demeyer, 1988).

De acordo com o NRC (1996), para que ocorra máxima digestão da matéria seca no rúmen, é necessária concentração de 5 mg/dL de nitrogênio na forma de amônia. Porém, Leng (1990) indica, para as regiões tropicais, concentrações superiores a 10 mg/dL, para maximização da digestão ruminal da matéria seca e superiores a 20 mg/dL, para maximização do consumo.

Além da amônia liberada no rúmen pela degradação das proteínas, os microrganismos produzem os ácidos graxos, principalmente acético, propiônico, butírico e o láctico, a partir da digestão dos carboidratos, compondo uma fonte de energia para o animal. Sendo que o acetato produzidos pelas bactérias celulolíticas, é responsável pela produção da gordura do leite.

Os lipídios insaturados apresentam efeito citotóxico sobre as bactérias celulolíticas do rúmen o que reduz a relação acetato:propionato e, conseqüentemente, o suprimento de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (Chalupa et al., 1986 e Palmquist, 1989)

A produção de ácidos orgânicos no rúmen afeta diretamente a estabilidade do pH, de acordo com Vargas (2001), houve aumento do pH pela fonte de lipídio, especialmente grão de soja e concluiu que o aumento do pH foi provavelmente resultante da queda no consumo de matéria seca e da menor fermentação ruminal, que proporciona menor acúmulo de ácidos graxos voláteis, principal fator de redução do pH.

Percebe-se que o uso de fontes de lipídios, tanto de origem animal quanto vegetal, em dietas para ruminantes ainda é motivo de contradições, haja visto o conhecimento restrito dos níveis, das formas de inclusão (protegidas ou não), da composição das fontes e de seus efeitos no consumo.

Com o intuito de conhecer melhor sobre a presença do lipídio e sua composição, na dieta de cabras leiteiras, essa pesquisa apresenta o estudo de três fontes de óleo vegetal: soja, canola e palmiste, as quais apresentam variação quanto ao teor de ácidos graxos insaturados em seu perfil.

O óleo de soja e de canola, como a maioria dos óleos vegetais, apresentam elevado percentual de ácidos graxos insaturados, como os ácidos oléico, linoléico e linolênico, que são líquidos à temperatura ambiente, mas diferenciam-se, principalmente, pela predominância dos ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, respectivamente. Em contraste, o óleo de palmiste caracteriza-se pela grande composição em ácidos graxos saturados, conferindo a este um maior ponto de fusão, que em temperatura ambiente se encontra em estado sólido.

A palma *Elaeis guineensis* é uma oleaginosa da qual se pode extrair dois tipos diferentes de óleo, sendo o óleo de palma extraído da polpa (casca) do fruto e o óleo de palmiste extraído da porção interna da amêndoa do fruto. Ainda que obtidos do mesmo fruto da palmeira o óleo de palmiste apresenta característica muito diferente do óleo de palma. O primeiro óleo possui em sua composição principalmente ácidos graxos de cadeia curta C12:0 e C14:0 e o segundo em ácido palmítico (C16:0)*.

Objetivou-se com este estudo analisar dietas contendo diferentes fontes lipídicas. Foram avaliados o consumo, as digestibilidades aparentes totais e parciais da matéria seca e dos nutrientes, as variações em pH, ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal, o balanço de nitrogênio, a produção e eficiência microbiana e a biohidrogenação ruminal em cabras leiteiras.

* Empresas Agropalma-LTDA (2008) e Campestre-LTDA (2008)

Literatura Citada

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- AVILA, C.D.; DePETERS, E.J.; PEREZ-MONTI, H. Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.9, p.2204-2212, 2000.
- CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E. et al. Ruminal fermentation *in vivo* as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.1293-1301, 1986.
- CHURCH, D.C. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. **Zaragoza: Acribia**, p.41, 1988.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v.58, p.593-607, 1999.
- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.
- EMPRESA AGROPALMA-LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.agropalma.com.br> >. Acesso em 05 de Janeiro de 2008.
- EMPRESA CAMPESTRE -LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.oleodepalmiste.com.br> >. Acesso em 05 de Janeiro de 2008.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DURR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: 2001. p.5-22.
- HA, Y.L.; GRIMM, N.K.; PARIZA, M.W. Anticarcinogens from fried ground beef: Heat altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis**, v.8, p.1881-1887, 1987.
- HOUSEKNECHT, K.L.; VANDENHEUVEL, J.P.; MOYACAMERINA, S.Y. et al. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty falfa rat. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.244, p. 678-682, 1998.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- KELLY, M.L.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid: A potent anticarcinogen found in milk fat. **Proceedings Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Cornell Nutrition Conference**, Ithaca, New York, v. 58, p. 68-74, 1996.
- KEPLER, C.R., HIRONS, K.P., MCNEILL, J.J. et al. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal Biological Chemistry**, 241:1350-1354. 1966.
- LEE, K.N.; KRITCHEVSKY, D.; PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis**, v.108, p.19-25, 1994.

- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- MALAFAIA, P.A.M.; FILHO, S.C.V.; SILVA, J.F.C. et al. Sebo bovino em rações para vacas em lactação. 1. consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.1, p.153- 163, 1996.
- MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Óleos vegetais em dietas de cabras Saanen em lactação: Produção e composição do leite e ingestão de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD ROM).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. ed. 7. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 232p, 1996.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1989, p.11-25.
- PALMQUIST, D.L. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Conference: regulating lipids metabolism to increase productive efficiency. **Journal of Nutrition**, v.124, p.1377S-1382S, 1994.
- PARK, Y.; STORKSON, J.M.; ALBRIGHT, K.J. et al. Evidence that the *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acids induces body composition changes in mice. **Lipids**, v.34, p.235- 241, 1999.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.49, p.93-97, 1994.
- PARODI, P.W. Cows’ milk fat components as potential anticarcinogenic agent. **Journal of Nutrition**, 127:1055-1060, 1997.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on ruminal fermentation in vitro and *in vivo*. **Journal of Animal Science**, v.58, p.194-202, 1984.
- ROMO, G.A.; ERDMAN, R.A.; TETER, B.B. et al. Milk composition and apparent digestibilities of dietary fatty acids in lactating dairy cows abomasally infused with *cis* or *trans* fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2609-2619, 2000.
- ROMO, G.A.; ERDMAN, R.A.; TETER, B.B. et al. Milk composition and apparent digestibilities of dietary fatty acids in lactating dairy cows abomasally infused with *cis* or *trans* fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2609-2619, 2000.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition, Development, Pans**, v.36, n. 3, p.53-63, 1996.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The ruminal microbial ecosystem**. Essex: Elsevier, p.387-443, 1988.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I.; Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their ca-salts by rumen microorganisms in vitro. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v.49, n.2, p.151-157, 1996.

VARGAS, L.H., LANA,R.P., MÂNICO,A.B., CAMPOS,J.M.S., JHAM, G.N., FREITAS, A. W. P., OLIVEIRA, M.V.M. Influência de Rumensin[®], óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 5, p. 1650-1658, 2001.

Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas

RESUMO

Avaliou-se o uso de diferentes fontes lipídicas na dieta de cabras leiteiras sobre o consumo, as digestibilidades total, ruminal e intestinal e o balanço de compostos nitrogenados. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, em duplicata. Foram utilizadas quatro dietas, sendo uma dieta controle (DC) e três suplementadas com diferentes fontes de lipídios: óleo de soja (OS), óleo de palmiste (OP), óleo de canola (OC). As fontes de óleo foram inclusas em 2,3% na matéria seca (MS) total. A suplementação com óleo não influenciou o consumo ($P>0,05$) de matéria seca (MS), de energia (nutrientes digestíveis totais – NDT e energia líquida – EL) e de nutrientes, exceto de extrato etéreo (EE), com maior consumo para as suplementadas. A digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes não sofreram efeito das diferentes fontes, embora a dieta OC tenha promovido redução na digestibilidade ruminal da MS, da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN), da proteína bruta (PB), do EE e dos carboidratos totais (CT). O balanço de nitrogênio foi mais eficiente sem o uso de fontes lipídicas. Portanto, as fontes de óleo suplementando as dietas em 2,3% não é uma alternativa para aumentar o consumo, a digestibilidade total e nem tornar mais eficiente o balanço de nitrogênio nos animais.

Palavras-chave: caprinos, digestibilidade ruminal, lipídios, óleo de soja, óleo de palmiste, óleo de canola

Intake, digestibility of nutrients and nitrogen balance of different sources of lipids in dairy goat diets

ABSTRACT

It was analyzed the effects of dietary lipid sources of dairy goats on the intake, nitrogen compound balance and, total, ruminal and intestinal digestibility. Eight rumen fistulated goats that were neither pregnant nor lactating, distributed in a double 4 x 4 Latin square design, were used. Four diets were used, one of them was the control diet (CD) and the other three were supplemented with different sources of lipids: soy oil (SO), palm kernel oil (PKO), canola oil (CO). Supplementation with 2.3% of oil in dry matter (DM) of total diet did not influence the intakes of DM, energy (total digestible nutrients – TDN and net energy – NE) and nutrients, except the ether extract (EE), with higher intake effects for the supplemented diets. The total apparent digestibility of dry matter and nutrients did not show any effect due to the different oil sources, although CO had shown a reduction in the ruminal digestibility of DM, organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), EE and total carbohydrates (TC). Nitrogen balance efficiency was not higher by using the lipid sources. Therefore, the oil sources used supplementing diets with 2.3% is not an alternative if aiming to increase intake, total digestibility and efficiency of nitrogen balance in these animals.

Keywords: caprine, ruminal digestibility, lipids, soy oil, palmist oil, canola oil

Introdução

Os lipídios em dietas de ruminantes estão presentes principalmente na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triglicerídeos em alimentos concentrados. Segundo Palmquist & Jenkins (1980) cerca de 3 a 5 % de óleo pode ser adicionada à dieta para aumentar a ingestão de energia em vacas de alta produção e/ou reduzir o consumo de amido, possibilitando aumentar a relação forragem:concentrado da dieta e reduzir a incidência de distúrbios na fermentação ruminal causados pelo excesso de carboidratos rapidamente fermentescíveis no rúmen.

Óleos vegetais também podem ser adicionados às dietas com a finalidade de manipular a qualidade da composição da gordura do leite, visando, principalmente, o ácido linoléico conjugado (CLA), por este apresentar correlação positiva com a produção e qualidade do leite (C18:2 *cis*-9 *trans*-11), além de ter uma função nutracêutica para a saúde humana. Como a maior parte do CLA é produzido na glândula mamária por ação da enzima Δ -9 dessaturase (enzima esta que permite a criação de ligações duplas sobre o 9º carbono contando-se do grupo carboxila terminal), é importante permitir que seus precursores cheguem ao duodeno, onde serão absorvidos.

Deve ser lembrado, no entanto, que o óleo insaturado da dieta, na forma livre, quando disponível no ambiente ruminal sofre o processo da biohidrogenação, o que pode não proporcionar a disponibilidade dos ácidos graxos insaturados para absorção no intestino delgado.

Dessa forma é interessante utilizar uma estratégia nutricional que permita proteger a maioria dos ácidos graxos da ação da microbiota ruminal, como o uso de baixa concentração de fibra na dieta. Essa prática promoverá a redução do pH do rúmen, fator este que contribuirá para a redução da biohidrogenação, uma vez que o baixo pH diminui o crescimento das bactérias gram positivo, responsáveis por este processo.

Os lipídios conferem à dieta características que podem ser responsáveis por várias outras alterações no metabolismo ruminal, nos processos digestivos, no consumo e, conseqüentemente, no balanço do nitrogênio.

A redução na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) pode influenciar diretamente o consumo de matéria seca, devido a FDN apresentar baixa taxa de degradação e lenta taxa de passagem pelo retículo-rúmen e, desta maneira, pode promover redução na ingestão de matéria seca total, em função da limitação provocada

pelo enchimento do retículo-rúmen, comprometendo também o valor energético da dieta.

Observando os estudos de alguns autores, variações na digestibilidade e consumo podem ocorrer em função tanto da quantidade quanto da fonte de óleo dietética suplementar. Segundo Benson et al. (2001), os ácidos graxos poliinsaturados parecem ser inibidores do consumo mais potentes que, respectivamente, os monoinsaturados e os esterificados. Já Palmquist (1989) e Jenkins (1995) afirmaram que dietas com teores de óleo superior a 7%, promoveram depressão na digestibilidade, principalmente, da fibra e no consumo de matéria seca.

Este fenômeno é justificado por vários experimentos que adicionam óleo na dieta de ruminantes, e observam, geralmente, essa redução na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), decorrente de um mecanismo físico de recobrimento da fibra com óleo, dificultando o ataque microbiano e provocando efeitos citotóxicos diretamente sobre as bactérias celulolíticas, além de redução na disponibilidade de cátions por se combinarem com os ácidos graxos (Palmquist & Jenkins, 1980; Grummer et al., 1990), conseqüentemente o consumo é reduzido devido ao estímulo neurológico causado pela distensão da parede ruminal.

Estudando o comportamento das dietas suplementadas com óleo, no trato gastrointestinal dos animais, ainda não existe consenso na literatura que apresenta divergência entre os resultados de pesquisas com isso faz-se necessário o desenvolvimento de mais estudos que possam elucidar seus efeitos.

Apesar da aparente semelhança física entre fontes de óleos vegetais, sabe-se que, estas variam em sua composição em ácidos graxos. Desta forma, este estudo foi direcionado para avaliar a presença do lipídio e sua composição, na dieta de cabras leiteiras, analisando três fontes de óleo vegetal: soja, canola e palmiste, definidas por apresentar variação quanto ao teor de ácidos graxos insaturados em seu perfil.

O óleo de soja e de canola, como a maioria dos óleos vegetais, apresentam elevado percentual de ácidos graxos insaturados, como os ácidos oléico, linoléico e linolênico, que são líquidos à temperatura ambiente, mas diferenciam-se, principalmente, pela predominância dos ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, respectivamente. Em contraste, o óleo de palmiste caracteriza-se pela grande composição em ácidos graxos saturados, conferindo a este um maior ponto de fusão, que em temperatura ambiente se encontra em estado sólido.

O óleo de palmiste é extraído da porção interna da amêndoa do fruto da palmeira oleaginosa *Elaeis guineensis*. Apesar de ser obtido do mesmo fruto da palmeira este óleo apresenta uma elevada concentração em ácidos graxos de cadeia curta (C12:0, C14:0), característica que o diferencia do óleo de palma, rico em ácido palmítico (C16:0) (Agropalma, 2008).

Objetiva-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes fontes de lipídio sobre o consumo, a digestibilidade aparente total e parcial dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em cabras leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 21 de Setembro a 16 de Dezembro de 2006. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

O estudo considerou a avaliação e comparação dos efeitos da adição à dieta de três fontes lipídicas (Óleo de soja-*Glycine max*, de palmiste-*Elaeis guineensis* e de canola-*Brassica napus*) que apresentam perfis distintos em ácidos graxos. Essas fontes lipídicas foram definidas, considerando a composição do seu perfil em ácidos graxos, de forma a apresentar variações nos teores de ácidos graxos, sendo um deles rico em C18:2, outro em C12:0 e outro em C18:1 (um poliinsaturado, um monoinsaturado e outro saturado de cadeia curta) (Tabela 1). As fontes de óleo foram incluídas em 2,3% na matéria seca (MS) total.

E foi tomada como base o perfil lipídico dos óleos que consta na Tabela 1, pesquisados em sites de empresas, mas posteriormente uma única amostra de cada óleo foram enviadas para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) em Piracicaba - SP, onde foram feitas as análises cromatográficas do seu perfil lipídico (Tabela 2), como descrito na metodologia do Capítulo 3, desta dissertação. Foram enviadas também para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” as amostras dos outros ingredientes da dieta (farelo de soja e fubá de milho), para serem feitas análises do seu perfil lipídico em cromatografia (tabela 2).

Utilizando os dados de composição dos ácidos graxos dos lipídios dos ingredientes foram feitos os cálculos para obter a composição dos ácidos graxos do lipídio das dietas experimentais, levando em consideração a proporção de cada ingrediente nas dietas (Tabela 6).

Além das dietas suplementadas com óleo, foi elaborada uma quarta dieta para se avaliar os efeitos nos processos digestivos quando da ausência de suplementação lipídica, e considerada no estudo como uma dieta controle.

Para avaliar os efeitos das dietas sobre o metabolismo animal utilizou-se um delineamento em quadrado latino balanceado 4 x 4 em duplicata. Oito cabras leiteiras, não-lactantes e fistuladas no rúmen foram utilizadas como unidades experimentais. Os

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais*

Ácidos Graxos (AG)	Fontes de lipídio (% dos AG)		
	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	% do óleo presente na dieta		
Ácido caprílico (C8:0)	-	-	4,00
Ácido cáprico (C10:0)	-	-	5,00
Ácido láurico (C12:0)	-	-	45,00
Ácido mirístico (C14:0)	0,07	-	15,00
Ácido palmítico (C16:0)	10,90	4,5	10,00
Ácido esteárico (C18:0)	3,07	2,50	1,50
Ácido araquídico (C20:0)	0,33	0,60	0,150
Total saturados	14,37	7,60	80,65
Ácido palmitoléico (16:1)	0,10	-	-
Ácido oléico (C18:1 n9)	19,88	59,70	16,35
Ácido eicosenoico (C20:1)	-	2,20	-
Total monoinsaturados	19,98	61,90	16,35
Ácido linoléico (C18:2 n6)	59,32	22,00	2,00
Ácido linolênico (C18:3 n3)	6,33	8,50	1,00
Total poliinsaturados	65,65	30,50	3,00

O ácido graxo caprílico (C6:0) não foi encontrado na composição de nenhum dos óleos
 - = ausente na composição

animais foram inicialmente identificados e medicados contra endo e ectoparasitas sendo então vacinados contra tétano e posteriormente fistuladas no rúmen para fixação de cânulas medindo 2,5". Após um período de 7 a 10 dias, procedeu-se à substituição das cânulas por outras de 3" para facilitar o procedimento da coleta. Durante todo o período experimental os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 2 m² com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais, adaptadas para coleta total de fezes e urina. Apenas nos períodos de adaptação às dietas experimentais, permitiu-se, diariamente, o acesso dos animais a um solário coletivo durante 1 hora no período da manhã.

As dietas experimentais, apresentaram composição similar às de um experimento conduzido, simultaneamente, com animais em produção de leite pela Embrapa Caprinos, Sobral- CE (Bomfim et al., 2006a; Bomfim et al., 2006b; Bomfim et al., 2006c), sendo que o atual experimento tem como objetivo simular o comportamento das características digestivas dessa dieta. As concentrações de nutrientes atenderam, portanto, às recomendações do AFRC (1993) para cabras em lactação, sendo que a

* Campestre Ind. e Com. de Óleos Vegetais LTDA, 2008

Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Ingredientes					
		Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola
		% do óleo presente no ingrediente					
C8:0		0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00
C10:0	Cáprico	0,23	0,01	0,00	0,08	3,55	0,06
C11:0		0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00
C12:0	Láurico	0,78	0,02	0,03	0,01	40,20	0,01
C13:0		3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C13:0 iso		1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	Mirístico	0,76	0,10	0,27	0,09	16,11	0,07
C14:0 iso		0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C15:0	Pentadecanóico	0,45	0,01	0,07	0,01	0,02	0,02
C15:0 anteiso		0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
C15:0 iso		0,04	0,14	1,23	0,00	0,00	0,01
C16:0	Palmitico	36,30	15,31	17,96	11,55	12,50	4,91
C16:0 iso		0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01
C17:0	Heptadecanóico	5,08	0,10	0,75	0,06	0,01	0,04
C18:0	Estearico	5,08	2,27	4,33	3,21	2,20	2,51
Saturados		49,15	17,99	24,73	15,03	78,19	7,64
C12:1		0,00	0,01	0,07	0,00	0,05	0,00
C16:1 <i>c</i> 9		0,26	0,17	0,16	0,09	0,02	0,24
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,00	0,03	0,04	0,04	0,00	0,04
C18:1 <i>c</i> 9	Oléico	3,31	31,68	15,61	19,83	18,39	57,48
C18:1 <i>c</i> 11		0,58	1,37	0,00	1,30	0,00	3,66
C18:1 <i>c</i> 12		0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	1,29
C18:1 <i>c</i> 13		0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Total C18:1 <i>cis</i>		16,94	78,95	66,56	76,33	21,66	82,21
C24:1		0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
Monoinsaturados		17,19	79,16	66,87	76,46	21,73	82,49
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12		13,05	45,90	50,95	54,78	3,26	19,78
C22:2		0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
C18:3 <i>n</i> 3	α -Linolênico	0,99	0,00	0,00	7,61	0,00	7,76
C18:3 <i>n</i> 6	γ -Linolênico	23,12	1,26	6,16	0,32	0,00	0,63
Poliinsaturados		37,16	47,16	57,17	62,71	3,26	28,17
Outros		9,55	1,59	2,19	0,59	0,09	1,48

t = *trans*; c = *cis*

Não foram encontrados nenhum dos ácidos graxos C18:1 *trans*

composições em proteína bruta e energia líquida foram mantidas constantes em todas as dietas (16%PB e 2,14 Mcal.kg⁻¹, respectivamente).

As concentrações em fibra das dietas foram mantidas constantes por meio da oferta de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) como forrageira exclusiva e corresponderam a 25% de FDN oriunda da forragem. O fubá de milho (*Zea mays*, L.)

foi utilizado como principal fonte de energia fermentescível disponível nas dietas, acrescidas de fontes minerais. A suplementação de óleos às dietas foi de 2,3% na base da matéria seca em substituição ao milho.

A proporção volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 32:68, em matéria seca, conforme dados apresentados na Tabela 3. Nas Tabelas 4 e 5 constam, respectivamente, as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais.

Cada período experimental teve duração de 25 dias (15 dias para adaptação dos animais às rações e 10 dias de coleta de amostras). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30 e receberam uma mistura completa de feno de capim-tifton-85 e mistura concentrada, em quantidade suficiente para que houvesse 10% de sobras para garantia de consumo *ad libitum* de alimentos pelos animais.

Na avaliação e comparação dos efeitos das diversas fontes lipídicas testadas, foram observados o consumo voluntário, a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes e o balanço de nitrogênio. O consumo voluntário foi determinado pela diferença entre as quantidades de alimento fornecido e de sobras. Para análise do real material ingerido, foram realizadas coletas de sobras (10% do total diário) do 15^o ao 25^o dia de cada unidade experimental. O material amostrado em cada período foi misturado para formação de uma amostra composta, que foi conservada a -20°C para análises laboratoriais.

Para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, foram realizadas coletas totais de fezes e urina durante os cinco primeiros dias do período de coleta. A coleta de fezes e urina foi realizada por meio de uma tela de náilon sob a superfície do piso ripado para retenção das fezes, enquanto a urina era recolhida em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40%(v/v). Depois de coletadas e pesadas, as fezes e a urina foram amostradas em alíquotas de 10%, que constituíram amostras compostas e foram conservadas a -20°C para posterior análise laboratorial.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente, à temperatura ambiente, em frascos de vidro. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV para determinação da composição bromatológica dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras. Foram analisadas as concentrações de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo

Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingrediente	Dieta (% MS)			
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
Capim-tifton 85 (Feno)	31,77	31,87	31,87	31,87
Milho (fubá)	51,69	48,52	48,52	48,52
Farelo de soja	14,93	15,69	15,69	15,69
Óleo de Soja	-	2,30	-	-
Óleo de Canola	-	-	2,30	-
Óleo de Palmiste	-	-	-	2,30
Minerais ¹	1,61	1,51	1,51	1,51

¹Mistura macromineral: 66% de fosfato bicálcico, 44% de calcário calcítico; 95,78% de cloreto de sódio; mistura micromineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio.

Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingredientes					
	Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	Composição					
MS (g.kg ⁻¹)	903,34	881,40	885,22	1000,00	1000,00	1000,00
MO (g.kg ⁻¹)	849,42	870,00	821,50	1000,00	1000,00	1000,00
PB (g.kg ⁻¹)	130,63	87,54	488,28	-	-	-
EE (g.kg ⁻¹)	14,05	39,87	19,47	999,00	999,00	999,00
CT (g.kg ⁻¹)	801,40	861,19	428,53	-	-	-
CNF (g.kg ⁻¹)	66,42	649,61	200,70	-	-	-
FDN (g.kg ⁻¹)	777,83	224,78	243,15	-	-	-
FDNc (g.kg ⁻¹)	772,34	212,60	228,30	-	-	-
FDNcp (g.kg ⁻¹)	722,20	211,58	227,84	-	-	-
FDA (g.kg ⁻¹)	354,23	24,48	128,53	-	-	-
FDAi (g.kg ⁻¹)	115,31	7,02	4,19	-	-	-
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	455,07	570,63	113,85	-	-	-
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	69,49	24,92	5,92	-	-	-
LDA (g.kg ⁻¹)	38,78	4,29	4,21	-	-	-
FDAi:LDA	2,97	1,63	1,00	-	-	-
Cinzas (g.kg ⁻¹)	53,92	11,40	63,72	-	-	-
Ca (g.kg ⁻¹)	2,60	0,12	2,28	-	-	-
P (g.kg ⁻¹)	3,75	2,31	5,38	-	-	-
	Valor estimado de energia disponível					
NDT (%)	70,69	93,61	86,30	222,52	222,52	222,52
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,70	3,72	3,39	9,46	9,46	9,46
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,36	3,38	3,06	0,00	0,00	0,00
EL (Mcal.kg ⁻¹)	1,76	2,37	2,18	5,80	5,80	5,80

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Dietas	
	Controle	Suplementadas com Óleo
	Composição	
MS (g.kg ⁻¹)	890,66	892,13
MO (g.kg ⁻¹)	843,40	845,64
PB (g.kg ⁻¹)	159,65	160,71
EE (g.kg ⁻¹)	27,98	49,65
CT (g.kg ⁻¹)	765,11	743,15
CNF (g.kg ⁻¹)	388,22	370,51
FDN (g.kg ⁻¹)	399,60	395,10
FDNcp (g.kg ⁻¹)	373,40	369,10
FDNf (g.kg ⁻¹)	248,90	248,90
FDA (g.kg ⁻¹)	144,38	144,94
FDAi (g.kg ⁻¹)	40,90	40,81
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	331,98	322,93
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	358,00	352,00
LDA (g.kg ⁻¹)	15,20	15,10
Cinzas (g.kg ⁻¹)	47,26	46,48
Ca (g.kg ⁻¹)	5,80	5,47
P (g.kg ⁻¹)	5,18	5,12
	Valor estimado de energia	
NDT (g.kg ⁻¹)	834,29	866,06
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,94	3,07
EL (Mcal.kg ⁻¹) ³	2,11	2,18
EMF:PB	0,184	0,191

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF=carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

(EE) e cinzas, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Mertens et al. (2002); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme metodologia descrita por Licitra et al. (1996); e lignina em detergente ácido utilizando-se as técnicas descritas por Van Soest (1965). As fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, cinzas e FDN.

Os valores estimados de carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos a partir das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Mertens (1987), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDN_{cp}),$$

Os valores de energia dos ingredientes, utilizados para se proceder o cálculo inicial das dietas foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001), considerando a classe do alimento descrita como volumoso, concentrado, produtos de origem animal ou ácido graxo. No cálculo do NDT, considerou-se o nível de alimentação (L) de 1 x (uma vez) o nível de manutenção, estimado pela equação:

$$\text{NDT} = (\text{PB}_D + \text{CNF}_D + \text{FDN}_D + \text{AG}_D \times 2,25) - 7, \text{ em que:}$$

$$\text{PB}_D = \text{PB} \times \text{Exp}[-1,2 \times \text{PIDA}/\text{PB}] - \text{para volumosos};$$

$$\text{PB}_D = [1 - (0,4 \times \text{PIDA}/\text{PB})] \times \text{PB} - \text{para concentrados};$$

$$\text{CNF}_D = 0,98 \times \text{CNF};$$

$\text{FDN}_D = 0,75 \times (\text{FDN}_{\text{cp}} - \text{LDA}) \times [1 - (\text{LDA}/\text{FDN}_{\text{cp}})^{0,667}]$; em que 0,75 = constante de proporcionalidade;

$$\text{AG}_D = \text{EE} - 1;$$

O valor 7 reduzido da equação refere-se ao NDT metabólico fecal; a PB_D refere-se à PB verdadeiramente digestível; CNF_D , aos carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDN_D , à FDN verdadeiramente digestível; AG_D , aos ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; e LDA, à lignina em detergente ácido.

Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

A transformação de ED para EM foi feita segundo a equação:

$$\text{EM (mcal/kg)} = 1,01 \times \text{ED (mcal/kg)} - 0,45;$$

A conversão do NDT em energia líquida foi feita pela equação descrita por Moe et al. (1972), que corresponde à energia líquida no nível de manutenção:

$$\text{EL}_m \text{ (mcal/kg)} = 0,0266 \times \text{NDT (\%)} - 0,12$$

A energia metabolizável fermentescível (EMF) foi estimada conforme sugerido no AFRC (1993). Nas dietas com suplementação lipídica, o valor de EMF foi corrigido. É necessária a estimativa da EMF, pois os lipídios não são fontes de energia para os microrganismos.

Para quantificação do valor de energia das rações fornecidas no experimento, utilizou-se valores de digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{dCNF} + \text{dPB} + (\text{dEE} \times 2,25) + \text{dFDN},$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos componentes. Para a conversão dos valores de NDT em energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) utilizou-se os mesmos procedimentos adotados para a estimativa da energia disponível das dietas. Foram considerados as concentrações dos nutrientes e do indicador interno de indigestibilidade (FDAi) (Tabela 6) no alimento consumido e na digesta omasal para calcular os coeficientes de digestibilidades ruminal ($CDR_{(n)}$) e intestinal ($CDI_{(n)}$), por meio das expressões:

$$CDR_{(n)} = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ Indicador dieta}}{\% \text{ Indicador digesta omasal}} \right) \times \left(\frac{\% \text{ Nutriente digesta omasal}}{\% \text{ Nutriente alimento}} \right)$$

$$CDI_{(n)} = 100 - CDR_{(n)}$$

em que n = componente nutricional.

A opção do uso do FDAi como indicador baseiou-se em testes prévios usando os indicadores MSi, FDNi e FDAi, sendo o FDAi o que apresentou melhor resposta (Tabela 7)

No cálculo do balanço de nitrogênio, considerou-se as quantidades de nitrogênio (g.dia^{-1}) consumidas e excretadas nas fezes e na urina, descontando-se as frações endógenas (nitrogênio metabólico fecal e nitrogênio urinário endógeno).

Para o cálculo da quantidade de nitrogênio indigerido (Nind), utilizou-se a seguinte equação:

$$Nind = gN_{\text{fecal}} - gN_{\text{metfecal}},$$

em que N_{metfecal} = nitrogênio metabólico fecal

A fração de N_{metfecal} foi calculada segundo Moore et al. (2004), em que:

$$N_{\text{metfecal}} = \frac{2,67 \times \text{CMS}}{6,25}$$

A quantidade de nitrogênio urinário exógeno (N_{exo}) foi calculada utilizando-se a equação:

$$N_{\text{exo}} = gN_{\text{urin}} - gN_{\text{uend}},$$

em que: N_{urin} = nitrogênio urinário e N_{uend} = nitrogênio urinário endógeno.

O valor de N_{uend} foi estimado segundo Luo et al. (2004), considerando o valor de $0,165 \text{ g/kg}^{0,75}$. Desta maneira tem-se:

$$BN = gN_{\text{ing}} - (gN_{\text{ind}} + gN_{\text{exo}})$$

em que BN = balanço de nitrogênio; N_{ing} = nitrogênio ingerido; N_{ind} = indigerido; N_{exo} = nitrogênio exógeno.

No cálculo do nitrogênio verdadeiramente digerido (NVD), utilizou-se a fórmula:

$$\text{NVD} = \text{gNing} - \text{gNind},$$

em que NVD = nitrogênio verdadeiramente digerido.

O valor biológico, medida direta da proporção da proteína alimentar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e de outros compostos foi calculado de acordo com fórmula descrita por Coelho & Leão (1979), distinguindo-se as frações do nitrogênio de origem fecal e urinária endógena:

$$\text{VB} = \frac{\text{gNing} - (\text{gNfecal} - \text{gNmetfecal}) - (\text{gNurin} - \text{gNuend})}{\text{gNing} - (\text{gNfecal} - \text{gNmetfecal})} \times 100$$

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 1999) e aplicando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e Discussão

Na tabela 6 são apresentados os valores da composição do perfil lipídico das dietas.

O perfil lipídico da dieta com óleo de soja tem como principal característica a alta concentração em ácidos polinsaturados (54,04%) sendo o ácido linoléico o principal constituinte (47,35%). A dieta com óleo de canola apresenta uma concentração de 38,12% de ácidos polinsaturados sendo o ácido oléico seu principal constituinte contribuindo com 40,05% do total. Enquanto que a dieta com óleo de Palmiste é caracterizada por apresentar somente 26,63% de ácidos poliinsaturados em sua constituição, sendo o ácido láurico o principal componente lipídico (18,62%).

Tabela 6 - Perfil dos ácidos graxos do óleo das dietas de cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Dietas			
		Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola
% do óleo presente na dieta					
C8:0		0,00	0,00	1,66	0,00
C10:0	Cáprico	0,04	0,06	1,66	0,05
C11:0		0,02	0,01	0,01	0,01
C12:0	Láurico	0,14	0,08	18,62	0,08
C13:0		0,54	0,30	0,30	0,30
C13:0 iso		0,20	0,11	0,11	0,11
C14:0	Mirístico	0,22	0,17	7,55	0,16
C14:0 iso		0,03	0,01	0,01	0,01
C15:0	Pentadecanóico	0,09	0,06	0,06	0,06
C15:0 anteiso		0,00	0,00	0,00	0,00
C15:0 iso		0,24	0,13	0,13	0,14
C16:0	Palmítico	18,94	15,63	16,06	12,56
C16:0 iso		0,00	0,01	0,00	0,00
C17:0	Heptadecanóico	0,27	0,18	0,16	0,17
C18:0	Esteárico	2,93	3,08	2,61	2,76
Saturados		23,66	19,83	48,96	16,42
C12:1		0,01	0,01	0,03	0,01
C16:1 c9		0,18	0,14	0,11	0,21
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,03	0,03	0,01	0,03
C18:1 c11		1,10	1,18	0,58	2,27
C18:1 c12		0,00	0,17	0,00	0,60
C18:1 c13		0,00	0,03	0,00	0,00
C18:1 c9	Oléico	25,48	22,68	22,02	40,05
Total C18:1 cis		26,59	24,06	22,61	42,91
C24:1		0,01	0,00	0,00	0,00
Monoinsaturados		26,82	24,24	22,76	43,17
C18:2 c9 c12	Linoléico	41,18	47,35	23,60	31,21
C22:2		0,01	0,00	0,00	0,00
C18:3 n3	α -Linolênico	0,16	3,60	3,67	3,67
C18:3 n6	γ -Linolênico	5,26	3,09	3,23	3,23
Poliinsaturados		46,60	54,04	26,63	38,12
Outros		2,92	1,88	1,65	2,29

c = *cis*

Na tabela 7 estão apresentados os valores de fluxo da matéria seca (FMS) e digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS) estimados a partir dos indicadores internos indigestíveis em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios.

Tabela 7 - Fluxo da matéria seca (FMS) e digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS) estimados a partir dos indicadores internos indigestíveis em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios

Indicadores internos	Dietas			CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$	
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste			Óleo de Canola
	FMS (g.d ⁻¹)					
MSi	294,08	274,85	291,72	333,00	26,67	0,4055
FDNi	248,65	240,32	295,31	337,25	27,07	0,0460
FDAi	206,87 ^b	210,59 ^b	281,51 ^{ab}	344,30 ^a	27,96	0,0017
	DRMS (% em relação ao total digerido)					
MSi	68,54 ^a	67,28 ^{ab}	64,75 ^{bc}	63,81 ^c	3,22	0,0004
FDNi	73,49 ^a	71,29 ^a	64,34 ^b	63,21 ^b	3,94	<0,0001
FDAi	78,02 ^a	74,77 ^a	66,01 ^b	62,37 ^b	4,37	<0,0001

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MSi = matéria seca indigestível; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; FDAi = fibra em detergente ácido indigestível.

Como não existe um consenso na literatura sobre o melhor indicador interno a ser considerado nos estudos para estimar a digestão ruminal, procurou-se fazer uma pré-avaliação com três indicadores utilizados no experimento, a saber, a matéria seca indigestível (MSi), a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). Uma análise estatística foi feita utilizando-se os valores de digestibilidade ruminal da MS e o fluxo de MS do rúmen para o omaso. Na análise dos resultados verifica-se que a interpretação dos dados utilizando-se o FDAi como indicador parece ser a mais racional, ou seja, uma redução na digestão da MS implicaria em aumento do fluxo de MS para o intestino.

A comparação dos efeitos das dietas experimentais sobre os consumos de matéria seca e de diversos nutrientes é apresentada na Tabela 8.

A suplementação com óleo em 2,3% na MS da dieta total não influenciou o consumo ($P > 0,05$) de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de carboidratos não-fibrosos (CNF), de carboidratos totais (CT). Isto sugere que, provavelmente, níveis moderados de EE na dieta total (5% de EE na MS da dieta total) não promova alterações no padrão de fermentação microbiana, a ponto de refletir mudanças no consumo de alimentos (Palmquist, 1989 e Jenkins, 1993). No entanto Silva et al. (2007), trabalhando com adição de 4,5% de óleo livre na alimentação de cabras leiteiras, observou redução no CMS, CFDN e CCNF.

Tabela 8 - Consumo de matéria seca e de nutrientes por cabras alimentadas com dietas suplementadas, ou não, com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas				CV (%)	P _r ≥ F _{cal}
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
CMS (kg.d ⁻¹)	0,93	0,85	0,83	0,93	28,27	ns
CMS (%PV)	1,99	1,74	1,74	1,89	25,21	ns
CMS (g.UTM ⁻¹)	51,95	45,83	45,54	50,14	25,84	ns
CFDN (kg.d ⁻¹)	0,29	0,27	0,27	0,30	22,90	ns
CFDN (%PV)	0,62	0,54	0,57	0,61	19,92	ns
CFDN (g.UTM ⁻¹)	16,27	14,38	14,90	16,22	20,49	ns
CPB (g.d ⁻¹)	152,34	139,63	135,12	153,35	28,65	ns
CEE (g.d ⁻¹)	28,20 ^b	51,61 ^a	46,79 ^a	57,45 ^a	11,60	0,0425
CEE (%PV)	0,06 ^b	0,11 ^a	0,11 ^a	0,12 ^a	13,60	0,0461
CEE (g.UTM ⁻¹)	1,43 ^b	2,82 ^a	2,89 ^a	2,94 ^a	0,74	0,0244
CCNF (kg.d ⁻¹)	0,42	0,36	0,34	0,39	31,80	ns
CCT (kg.d ⁻¹)	0,71	0,63	0,61	0,70	27,69	ns
CFDAi (g.d ⁻¹)	26,37	26,84	31,32	30,62	30,05	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; CMS = consumo de matéria seca; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CPB = consumo de proteína bruta; CEE = consumo de extrato etéreo; CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos; CCT = consumo de carboidratos totais; CFDA = consumo de fibra em detergente ácido indigerível; ns = não-significativo, PV = peso vivo, UTM = unidade de tamanho metabólico.

No trabalho, que foi desenvolvido paralelamente a este com cabras em lactação submetidas à dietas suplementadas (2,3% na MS da dieta total) com diferentes fontes de óleo e com baixa concentração de fibra, observou-se uma redução no consumo de MS em %PV e em g/kg PV^{0,75} (P<0,01) com o uso do óleo de palmiste na dieta (Gomes et al., 2006), enquanto que com o uso de óleo de soja o consumo de MS não foi alterado comparado à dieta controle.

O atendimento da demanda em energia é um dos fatores fisiológicos importante na regulação do consumo. No estudo verificou-se que a ingestão média de matéria seca foi da ordem de 1,73% PV, consumo este suficiente para atender a exigência energética (Tabela 10) dos animais confinados, não-lactantes e com peso vivo de 51 Kg, em pelo menos 1.500 kcal EL.dia⁻¹ como recomendado pelo AFRC (1993).

A presença de maior quantidade de fibra na dieta do animal pode resultar em redução do consumo de matéria seca e influenciar o consumo dos demais nutrientes da ração. Neste experimento, isso não ocorreu, o que era esperado, uma vez que as dietas foram preparadas com níveis de fibra mais baixo, em 25% de FDN oriunda da forragem, de forma a evitar os efeitos da repleção ruminal (Tabela 5).

Com a adição de lipídios nas rações espera-se que a ingestão de extrato etéreo seja superior que no tratamento controle, devido ao acréscimo de 2,30% de óleo nessas

dietas suplementadas, o que foi observado entre as dietas controle e as suplementadas ($P < 0,05$).

Os valores de digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal de MS, MO, FDN, PB, EE, CNF e CT são apresentados na Tabela 9.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, da MO, e dos nutrientes não diferiram entre as dietas ($P > 0,05$). Os valores médios encontrados para a digestibilidade total da MS, MO, FDN, PB e CT foram 80,67, 82,84, 72,43, 79,44, 83,12, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados por Silva et al. (2007) (66,19, 67,50, 51,76, 69,42, 66,76% para a mesma seqüência apresentada anteriormente), ao estudar fontes de óleo (inclusão de 6,5% na MS da dieta) protegida ou não em dietas com relação volumoso: concentrado (V:C) de 40:60, em cabras leiteiras também mantidas em condição de manutenção.

A maior presença de mistura concentrada utilizada no presente estudo, com relação de volumoso: concentrado da ordem de 30:70, podem ter contribuído para a obtenção de valores desta magnitude. Segundo Valadares Filho (1985), carboidratos solúveis em detergente neutro possuem digestibilidade aparente próximos a 90%, concordados por essa pesquisa (91,17%) e por Bomfim (2003), que obteve média entre seus tratamentos de 87,25 ao utilizar também baixa relação vol: conc (40:60) na dieta de cabras leiteiras.

Outro fator importante a considerar é a excelente qualidade da forrageira utilizada, originada de material em crescimento quando a fibra ainda apresenta uma menor lignificação, além da condição de consumo em nível de manutenção pelos animais, que causa aumento no tempo de residência do material fibroso no trato gastrointestinal, garantindo principalmente à alta digestibilidade da FDN.

Quanto aos valores de digestibilidade total aparente do EE verifica-se que a adição de óleos às dietas ao nível de 2,3% não afetou a digestibilidade desse nutriente, independente da fonte de óleo utilizada. Nos estudos de Maia et al. (2006) com cabras em lactação, a digestibilidade total aparente do EE foi maior ($P < 0,05$) para as dietas que utilizaram fontes suplementares de lipídios de arroz, de soja e de canola em nível de 7,83%.

Tabela 9 - Coeficiente da digestibilidade aparente total e digestibilidade ruminal e intestinal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
<u>Digestibilidade aparente total (%)</u>						
CDaMS	80,12	83,54	78,17	80,83	8,20	ns
CDaMO	82,44	85,46	80,54	82,90	7,01	ns
CDaFDN	70,94	76,94	68,77	73,08	13,49	ns
CDaPB	78,80	81,70	77,80	79,46	8,69	ns
CDaEE	86,17	92,93	89,60	91,16	5,08	ns
CDaCNF	91,58	92,36	89,80	90,93	3,35	ns
CDaCT	83,07	85,77	80,54	83,08	6,92	ns
<u>Digestibilidade ruminal (%) em relação ao total digerido</u>						
CDRMS	84,90 ^a	81,64 ^{ab}	77,61 ^b	65,41 ^c	5,21	<0,0001
CDRMO	84,64 ^a	82,50 ^a	78,73 ^a	68,94 ^b	5,91	0,0002
CDRFDN	90,79 ^a	88,64 ^a	81,59 ^a	70,93 ^b	8,38	0,0450
CDRPB	72,19 ^a	62,23 ^{ab}	69,07 ^a	48,98 ^b	17,95	0,0450
CDREE	47,06 ^a	50,37 ^a	52,26 ^a	25,54 ^b	21,84	0,0237
CDRCNF	84,02	87,75	83,23	81,25	5,93	ns
CDRCT	87,18 ^a	89,25 ^a	83,75 ^a	76,80 ^b	5,57	0,0032
<u>Digestibilidade intestinal (%) em relação ao total digerido</u>						
CDIMS	15,11 ^c	18,36 ^{bc}	22,39 ^b	34,59 ^a	18,23	<0,0001
CDIMO	15,36 ^b	17,50 ^b	21,27 ^b	31,06 ^a	21,85	0,0002
CDIFDN	9,21 ^b	11,36 ^b	18,41 ^b	29,08 ^a	40,69	0,0450
CDIPB	27,81 ^b	37,78 ^{ab}	30,93 ^b	51,02 ^a	29,00	0,0450
CDIEE	52,94 ^b	49,63 ^b	47,75 ^b	74,46 ^a	17,12	0,0237
CDICNF	15,98	12,25	16,77	18,75	31,22	ns
CDICT	12,82 ^b	10,75 ^b	16,25 ^b	23,20 ^a	29,36	0,0032

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; CDa = Coeficiente de digestibilidade aparente, CDR = Coeficiente de digestibilidade ruminal, CDI = Coeficiente de digestibilidade intestinal; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

De acordo com Silva et al. (2007), a insaturação dos ácidos graxos contribuem para o aumento no coeficiente de digestão e absorção, em razão da formação de monoglicerídios no intestino, que atuam como agente emulsificante, facilitando a formação de micelas. No caso deste experimento, não houve diferença estatística entre os coeficientes de digestibilidade total do EE das dietas que continham, inicialmente, óleo com diferentes relações AGI/AGS. Esse resultado sugere que parte dos ácidos insaturados das dietas, principalmente a soja e a canola, sofreram saturação pelo processo da biohidrogenação ruminal, como de fato ocorreu (capítulo 3 desta dissertação), de forma que não pôde ser observada diferença significativa, entre as fontes de óleo, no perfil dos ácidos graxos saturados da digesta omasal (Tabela 6 do

capítulo 3 desta dissertação), perfis estes, semelhante entre as fontes de óleo, que chegará no intestino delgado, onde a absorção dos ácidos graxos pode ter ocorrido na mesma proporção entre os suplementos estudados. No trabalho desenvolvido por Silva et al.(2007), ocorreu menor digestibilidade total do EE na dieta com óleo de soja, sugerindo também a ocorrência de maior saturação dos ácidos graxos no rúmen.

As digestibilidades ruminais da MS, MO, FDN, PB, EE e CT diferiram ($P<0,05$) entre as dietas, sendo que os valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade ruminal da ração suplementada com óleo de canola apresentam-se inferiores aos valores das outras dietas. Isso permite julgar que a dieta com o óleo de canola, rico em ácidos graxos monoinsaturados, embora tenha semelhante digestibilidade total comparada às outras fontes de óleo, sua digestibilidade no ambiente ruminal é comprometida, aumentando com isso os substratos que escapam para o intestino delgado, onde terá aumento na digestão e absorção, compensando a digestão total.

Um dos principais efeitos da inclusão de lipídios em dietas para ruminantes é a interferência na fermentação ruminal, que provoca reduções na digestibilidade dos nutrientes, especialmente da fibra. A depressão nas digestibilidades da MS, MO e CT é influenciado diretamente pela redução da digestibilidade da fibra e da proteína, o que pode ser justificado pela possível depressão da população microbiana dos grupos das celulolíticas e das proteolíticas pelos ácidos graxos insaturados. A mesma afirmativa não pode ser feita para as bactérias amilolíticas, já que nenhuma das fontes de óleo influenciou a digestibilidade ruminal do CNF.

Assim como observado nessa pesquisa, Villaça et al. (1999), avaliando a digestibilidade *in vitro* (DIV) em função de fontes de óleo, não obtiveram alteração na DIVMS entre as dietas controle versus a com adição de óleo de soja, estando ambas acima das outras fontes de óleo.

Waldo et al. (1972) propuseram que o desaparecimento dos nutrientes presentes no rúmen ocorre por digestão e passagem. Embora o EE esteja apresentando digestibilidade ruminal próximo de 43,80% do total digerido, Jenkins (1993) em uma revisão do assunto sugere que o desaparecimento de ácidos graxos no rúmen, tanto por absorção pelo epitélio como por catabolismo a AGVs ou CO₂, seja mínimo, o que resulta em desaparecimento por passagem de praticamente todo o *pool* de ácidos graxos presente no rúmen.

A digestibilidade intestinal da MS e dos nutrientes, exceto do CNF, diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas (Tabela 9) e apresentou comportamento inverso ao ocorrido para as variáveis quando analisadas suas digestibilidades no rúmen.

Tabela 10 - Consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (CEL) por cabras alimentadas com dietas suplementadas, ou não, com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas			CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$	
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste			Óleo de Canola
CNDT (kg.d^{-1})	0,760	0,738	0,686	0,791	29,33	ns
CEL (mcal.d^{-1})	1,90	1,79	1,74	1,97	28,04	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação

O consumo de energia, tanto na forma de NDT como em forma de EL (Tabela 11), não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) entre as dietas. Os animais consumiram quantidade de energia maior que a exigida para situação de manutenção. Animais de 51 kg com mínimo de atividade física diária, como os animais em manutenção confinados, necessitam de aproximadamente $1.500 \text{ kcal EL.dia}^{-1}$ (AFRC, 1993). O consumo médio diário de EL entre as cabras deste estudo foi de $1.850 \text{ kcal.dia}^{-1}$, equivalente a 123% da quantidade exigida. Isso pode ser justificado pela maior concentração em energia nas dietas, uma vez que foram preparadas com perfil nutricional para atender às exigências de cabras em produção, conforme descrito na metodologia utilizada.

Na Tabela 11 estão apresentados os dados de consumo, de excreção fecal e urinária e as estimativas de aproveitamento da fração nitrogenada. O consumo de N foi semelhante ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas, o que garantiu a comparação do metabolismo deste nutriente entre as dietas.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as dietas quanto à excreção exógena de nitrogênio e o nitrogênio indigerido, valores estes utilizados juntamente com o consumo do nutriente para o cálculo do balanço de nitrogênio, do nitrogênio verdadeiramente digerido (NVD), valor biológico e a razão NUexo/NVD . Os valores dessas variáveis foram semelhantes entre as dietas e apresentaram médias de $15,88 \text{ g.dia}^{-1}$, $22,10 \text{ g.dia}^{-1}$, $71,00\%$ e $29,00\%$, respectivamente.

Os valores de nitrogênio urinário exógeno não foram influenciados pelas fontes de óleo, mas apresentaram-se com magnitudes elevadas, isso se deve ao fato de as dietas terem sido preparadas para atender animais em produção, enquanto que as cabras que

Tabela 11 - Consumo, excreções, balanço e retenção de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com dietas apresentando diferentes fontes de lipídio

Item	Dietas				CV (%)	P _r ≥ F _{cal}
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
N consumido (g.d ⁻¹)	24,37	22,34	20,90	25,25	27,09	ns
N fecal (g.d ⁻¹)	5,03	4,65	4,13	5,35	45,22	ns
N met. fecal (g.d ⁻¹)	3,97	3,62	3,40	4,11	26,65	ns
Nind (g.d ⁻¹)	1,09	0,89	1,25	1,25	134,42	ns
NU (g.d ⁻¹)	9,60	8,85	8,53	10,12	32,81	ns
NUend (g.d ⁻¹)	2,98	3,12	3,03	3,12	4,58	ns
NUexo (g.d ⁻¹)	6,61	5,74	5,50	6,99	47,82	ns
BN (g.d ⁻¹)	16,66	15,71	14,15	17,01	28,16	ns
NVD (g.d ⁻¹)	23,28	21,45	19,65	24,01	27,49	ns
VB (%)	70,96	73,01	70,30	69,72	11,75	ns
NUexo/NVDx100	29,02	26,99	29,70	30,28	28,77	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; N met. fecal = nitrogênio metabólico fecal; Nind = nitrogênio indigerido; NU=nitrogênio urinário; NUend = nitrogênio urinário endógeno; NUexo = nitrogênio urinário exógeno; BN=balanço de nitrogênio; NVD = nitrogênio verdadeiramente digerido; VB = valor biológico da proteína; Nuexo/NVD = relação nitrogênio urinário exógeno e proteína verdadeiramente digerida.

compuseram a unidade experimental eram animais não-lactantes em manutenção, ou seja, suas demandas por proteína eram menores que o ingerido, de forma que o excedente foi excretado na urina em maior escala.

Segundo Coelho & Leão (1979), o valor biológico indica a proporção da proteína alimentar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e outros compostos. Como não detectou-se diferença (P>0,05) no valor biológico entre as dietas, houve a similaridade da proporção da proteína utilizada pelo animal.

Não houve diferença significativa (P>0,05) entre as dietas quanto à relação nitrogênio urinário exógeno e nitrogênio verdadeiramente digerido. O uso de dietas com fontes lipídicas não altera a quantidade de nitrogênio retido no organismo.

Conclusões

As fontes de óleo suplementando as dietas em 2,3% não é uma alternativa para aumentar o consumo, a digestibilidade total e nem tornar mais eficiente o balanço de nitrogênio.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 159p, 1993.
- BENSON, J.A.; REYNOLDS, C.K.; HUMPHRIES, D.J. et al. Effects of abomasal infusion of long-chain fatty acids on intake, feeding behavior and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1182-1191, 2001.
- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 240p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BOMFIM, M.A.D.; LANA, D.P.D.; FACÓ, O. ; RODRIGUES, M.T. et al. Manipulação do perfil de ácidos graxos e potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humanas. In: 9º Congresso Panamericano do Leite, 2006, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: 9º Congresso Panamericano do Leite, 2006.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, D.P.D.; FACO, O. et al. Ácidos graxos trans octadecenóico no leite de cabras, suplementadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, D.P.D.; FACO, O. et al. Potencial aterogênico da gordura do leite de cabras alimentadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livrocetes, 1979. 384 p.
- DUNKLEY, W.L.; SMITH, N.E.; FRANKE, A.A. Effects of feeding protected tallow on composition of milk and milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.12, p.1863-1869, 1977.
- EMPRESA AGROPALMA-LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.agropalma.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- EMPRESA CAMPESTRE -LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.oleodepalmiste.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- GOMES, G.M.F.; BOMFIM, MAD; SOUZA GN et al. Consumo, produção e constituintes lácteos de cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).
- GRUMMER, R.R.; HATFIELD, M.L.; DENTINE, M.R. Acceptability of fat supplements in four dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.3, p.852-857, 1990.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, 76:3851-3863, 1995.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.76, p. 3851-3863, 1993.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V. et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant research**, v.53, p.221-230, 2004.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MOE, P.W.; FLATT, W.P.; TYRREL, H.F. Net energy value of feeds for lactation. **Journal Dairy Science**, v.55. p.945, 1972.
- MOORE, J.E.; GOETSCH, A.L.; LUO, J. et al. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. **Small Ruminant research**, v.53, p.275-292, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washinton, D.C.: **National Academy Press**. 381p, 2001.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1989, p.11-25.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1, 1980.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, p. 235 , 2002.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User’s Guide: Statistics. Version 8.0. NC: **SAS INSTITUTE**, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1985
- VAN SOEST, P. J. Use of detergents in analyses of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1965.

VILLAÇA, M.; EZEQUIEL, J.M.B.; KRONKA, S.N. Efeito de sementes oleaginosas inteiras e óleo de soja sobre a digestibilidade in vitro e padrões ruminais de bezerros holandeses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.654-659, 1999.

WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. *J. Dairy Sci.*, v.55, p.125-129, 1972. GOMES, G.M.F.; BOMFIM, M.A.D.; SOUZA, G.N. et al. Consumo, produção e constituinte lácteos de cabras leiterias alimentadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).

Características digestivas, eficiência microbiana e o fluxo de nutrientes em dietas para cabras leiteiras suplementadas com diferentes fontes de lipídios

RESUMO

Avaliou-se o efeito do uso de diferentes fontes lipídicas na dieta sobre o fluxo de nutrientes para o omaso, a produção e a eficiência microbiana e as características ruminais como pH, nitrogênio amoniacal e ácidos orgânicos, em cabras leiteiras. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, em duplicata. Os tratamentos consistiram de quatro dietas, sendo uma dieta controle (DC) e três suplementadas com diferentes fontes de lipídios: óleo de soja (OS), óleo de palmiste (OP), óleo de canola (OC). As fontes de óleo foram inclusas de forma a manter o teor de extrato etéreo (EE) das dietas suplementadas em 2,3% na matéria seca (MS) total. Os fluxos de matéria seca (MS) e de nutrientes, diferiram ($P < 0,05$) entre as rações avaliadas, sendo que o maior fluxo de todas essas variáveis ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) foi observado ($P < 0,05$) quando utilizada a dieta com adição de óleo de canola, assemelhando-se apenas com a com óleo de palmiste nos valores de fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CT). Valores reduzidos para a concentração de nitrogênio amoniacal foram obtidos com o uso da ração contendo óleo de palmiste como fonte principal de lipídios. Na avaliação do pH e da cinética de trânsito não foram verificadas variações entre dietas. Não foram observados efeitos da interação entre tratamento e o tempo das coletas sobre as concentrações dos ácidos acético, propiônico, butírico e do somatório dos três ácidos graxos voláteis (AGV) ($P > 0,05$). O uso de suplementos lipídios vegetais em até 2,3% podem ser utilizados na alimentação, apresentando alta relação volumoso:concentrado (30:70), de cabras leiteiras sem comprometer as características digestivas.

Palavras-chave: caprinos, pH, lipídios, produção microbiana, nitrogênio amoniacal, taxa de passagem

Effect of different sources of lipids on digestive characteristics, microbial efficiency and fluxes of nutrients in dairy goats

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of dietary lipid sources on the nutrient flow to the omasum, microbial production and efficiency, and ruminal characteristics such as pH, ammoniacal nitrogen and organic acids on dairy goats. Eight rumen fistulated goats that were neither pregnant nor lactating, distributed in a double 4 x 4 Latin square design, were used. Four diets were used, one of them was the control diet (CD) and the other three were supplemented with different sources of lipids: soy oil (SO), palm kernel oil (PKO), canola oil (CO). Nutrient and DM flows differed ($P < 0.05$) among the studied diets. The highest flow of all studied variables ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) was found when canola oil was used ($P < 0.05$), being similar only to palm kernel oil values for neutral detergent fiber (NDF) and total carbohydrates (TC). Reduced values for ammoniacal nitrogen concentration were found when the diet with palm kernel oil was used as the main lipid source. It was not found variations among the diets for pH evaluation and transit kinetics. It was not found interaction effects among the treatments and the collection time on the acetic acid, propionic and butyric acid concentrations, and on the sum of the three volatile fatty acids (VFA) ($P > 0.05$). The use of vegetal lipid supplements up to 2.3% may be used for dairy goat feeding, showing a high rate forage:concentrate (30:70), without compromising the digestibility characteristics.

Keywords: caprines, pH, lipids, microbial efficiency, ammonia nitrogen, passage rate,

Introdução

A suplementação lipídica nas dietas de cabras de alta produtividade leiteira torna-se não apenas uma fonte alternativa em substituição à fonte de carboidrato com objetivo de concentrar energeticamente a dieta, mas também uma técnica para alterar a qualidade da composição da gordura do leite, visando, principalmente, a maior excreção no leite do ácido linoléico conjugado (CLA), por este apresentar correlação positiva com a produção e qualidade do leite (C18:2 *cis-9 trans-11*), além de ter uma função nutracêutica para a saúde humana. Como a maior parte do CLA é produzido endogenamente, é importante permitir que seus precursores cheguem ao duodeno, onde serão absorvidos. Mas deve ser lembrado que o lipídio pode escapar do rúmen sem sofrer a biohidrogenação pelas bactérias ruminais.

Dessa forma é interessante utilizar uma estratégia nutricional que permita proteger a maioria dos ácidos graxos da ação da microbiota ruminal, como o uso de baixa concentração de fibra na dieta. Essa prática promoverá a redução do pH do rúmen, fator este que contribuirá para a redução da biohidrogenação, uma vez que o baixo pH diminui o crescimento das bactérias de gram positivo, responsáveis por este processo.

Modificações nas características da dieta podem ser responsáveis por várias alterações no metabolismo ruminal, nos processos fermentativos e, desta forma, influenciar a natureza dos nutrientes que chegam ao duodeno.

O fornecimento de lipídios na alimentação para ruminantes têm apresentado efeitos sobre a população microbiana e a atividade dos microrganismos, o que pode contribuir para efeitos diferenciados sobre os produtos da fermentação no rúmen, como a amônia, a proteína microbiana e os ácidos graxos de cadeia curta, além de alterar também as condições de pH ruminal. Van Nevel & Demeyer (1988) observaram redução da concentração de amônia ruminal em animais com a inclusão de óleo vegetal na dieta e afirmaram ser este efeito uma consequência da influência de óleos sobre a redução da população de bactérias desaminadoras.

A amônia disponível no rúmen constitui a principal fonte de nitrogênio para a produção da proteína microbiana, e é liberada no ambiente ruminal em função da degradação da proteína dietética, promovida pela ação das bactérias proteolíticas, e da hidrólise da uréia reciclada pela saliva do animal.

A proteína microbiana complementada pela proteína dietética não-degradável no rúmen dispõe de aminoácidos que, após a absorção no intestino delgado, são utilizados

na síntese da proteína corporal como proteína do músculo e do leite, utilizados também para manter o nível de glicose no sangue e atender as necessidades de energia do animal.

Outros grupos de bactérias fermentam os carboidratos da dieta, obtendo como produto final a produção dos ácidos graxos acético, propiônico, butírico e láctico. A relação entre esses ácidos podem ser alteradas em função do tipo de alimento e pH, uma vez que as bactérias celulolíticas, de gram positivo, não toleram as condições ácidas do meio e podem diminuir a produção de acetato que é o principal produto da fermentação da fibra, causando conseqüente decréscimo na relação acetato:propionato (Richardson et al., 1984; Chalupa et al., 1986).

O efeito da associação entre a produção desses ácidos de cadeia curta e a liberação de amônia no compartimento do rúmen altera a estabilidade do pH ruminal, e modificações na magnitude desses três fatores podem ocorrer quando incluso óleo na dieta, esta afirmativa é corroborada por Looor et al. (2002) que verificaram pH ruminal mais elevado nas dietas com fontes de lipídio protegidas que com óleo de canola. Além disso, a concentração de nitrogênio amoniacal do rúmen diminuiu em resposta à suplementação lipídica, sendo menor para as fontes protegidas.

A diferença na composição lipídica do óleo suplementado na dieta pode promover respostas distintas no metabolismo ruminal, uma vez que os ácidos graxos insaturados selecionarão grupos de bactérias, determinando distintas proporções entre a microflora ruminal.

São estudadas por esta pesquisa três fontes óleo vegetal: soja, canola e palmiste, que se diferenciam no perfil de ácidos graxos, com o propósito de entender melhor sobre a presença do ácidos graxos na dieta de cabras leiteiras.

Nos óleos vegetais, geralmente, há a predominância dos ácidos graxos insaturados, ressaltando o linoléico e linolênico, como nos óleos de soja e de canola, que diferenciam-se pela concentração em ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, respectivamente. O óleo de palmiste é caracterizado pela sua composição em ácidos graxos saturados, conferindo a este um maior ponto de fusão, que em temperatura ambiente se encontra em estado sólido.

A palma *Elaeis guineensis* é uma oleaginosa da qual se pode extrair dois tipos diferentes de óleo, sendo o óleo de palma extraído da polpa (casca) do fruto e o óleo de palmiste extraído da porção interna da amêndoa do fruto. Ainda que obtidos do mesmo fruto da palmeira o óleo de palmiste apresenta característica muito diferente do óleo de

palma. O primeiro óleo possui principalmente ácidos graxos de cadeia curta C12:0 - C14:0 e o segundo em ácido palmítico (C16:0)*.

Objetiva-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes fontes de lipídio sobre o fluxo de nutrientes para o omaso, a produção e a eficiência microbiana e as características ruminais como pH, nitrogênio amoniacal, ácidos graxos voláteis e lactato.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 21 de Setembro a 16 de Dezembro de 2006. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

O estudo considerou a avaliação e comparação dos efeitos da adição à dieta de três fontes lipídicas (Óleo de soja-*Glycine max*, de palmiste-*Elaeis guineensis* e de canola-*Brassica napus*) que apresentam perfis distintos em ácidos graxos. Essas fontes lipídicas foram definidas, considerando a composição do seu perfil em ácidos graxos, de forma a apresentar variações nos teores de ácidos graxos, sendo um deles rico em C18:2, outro em C12:0 e outro em C18:1 (um poliinsaturado, um monoinsaturado e outro saturado de cadeia curta) (Tabela 1). As fontes de óleo foram incluídas em 2,3% na matéria seca (MS) total, de forma a manter o teor de extrato etéreo (EE) das dietas suplementadas em 4,9% na MS total.

E foi tomada como base o perfil lipídico dos óleos que consta na Tabela 1, pesquisados em sites de empresas, mas posteriormente uma única amostra de cada óleo foram enviadas para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) em Piracicaba - SP, onde foram feitas as análises cromatográficas do seu perfil lipídico (Tabela 2), como descrito na metodologia do Capítulo 3 desta dissertação. Foram enviadas também para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” as amostras dos outros ingredientes da dieta (farelo de soja e fubá de milho), para serem feitas análises do seu perfil lipídico em cromatografia (tabela 2).

* Empresas Agropalma-LTDA (2008) e Campestre-LTDA (2008)

Utilizando os dados de composição dos ácidos graxos dos lipídios dos ingredientes foram feitos os cálculos para obter a composição dos ácidos graxos do lipídio das dietas experimentais, levando em consideração a proporção de cada ingrediente nas dietas (Tabela 6 do capítulo 1 desta dissertação).

Além das dietas suplementadas com óleo, foi elaborada uma quarta dieta para se avaliar os efeitos nos processos digestivos quando da ausência de suplementação lipídica, e considerada no estudo como uma dieta controle.

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais*

Ácidos Graxos (AG)	Fontes de lipídio (% dos AG)		
	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	% do óleo presente na dieta		
Ácido caprílico (C8:0)	-	-	4,00
Ácido cáprico (C10:0)	-	-	5,00
Ácido láurico (C12:0)	-	-	45,00
Ácido mirístico (C14:0)	0,07	-	15,00
Ácido palmítico (C16:0)	10,90	4,5	10,00
Ácido esteárico (C18:0)	3,07	2,50	1,50
Ácido araquídico (C20:0)	0,33	0,60	0,150
Total saturados	14,37	7,60	80,65
Ácido palmitoléico (16:1)	0,10	-	-
Ácido oléico (C18:1 n9)	19,88	59,70	16,35
Ácido eicosenoico (C20:1)	-	2,20	-
Total monoinsaturados	19,98	61,90	16,35
Ácido linoléico (C18:2 n6)	59,32	22,00	2,00
Ácido linolênico (C18:3 n3)	6,33	8,50	1,00
Total poliinsaturados	65,65	30,50	3,00

O ácido graxo caprílico (C6:0) não foi encontrado na composição de nenhum dos óleos
- = ausente na composição

Para avaliar os efeitos das dietas sobre o metabolismo animal utilizou-se um delineamento em quadrado latino balanceado 4 x 4 em duplicata. Oito cabras leiteiras, não-lactantes e fistuladas no rúmen foram utilizadas como unidades experimentais. Os animais foram inicialmente identificados e medicados contra endo e ectoparasitas sendo então vacinados contra tétano e posteriormente fistuladas no rúmen para fixação de cânulas medindo 2,5". Após um período de 7 a 10 dias, procedeu-se à substituição das cânulas por outras de 3" para facilitar o procedimento da coleta. Durante todo o período experimental os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 2 m² com

* Campestre Ind. e Com. de Óleos Vegetais LTDA, 2008

piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais, adaptadas para coleta total de fezes e urina. Apenas nos períodos de adaptação às dietas experimentais, permitiu-se, diariamente, o acesso dos animais a um solário coletivo durante 1 hora no período da manhã.

Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Ingredientes					
		Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola
		% do óleo presente no ingrediente					
C8:0		0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00
C10:0	Cáprico	0,23	0,01	0,00	0,08	3,55	0,06
C11:0		0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00
C12:0	Láurico	0,78	0,02	0,03	0,01	40,20	0,01
C13:0		3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C13:0 iso		1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	Mirístico	0,76	0,10	0,27	0,09	16,11	0,07
C14:0 iso		0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C15:0	Pentadecanóico	0,45	0,01	0,07	0,01	0,02	0,02
C15:0 anteiso		0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
C15:0 iso		0,04	0,14	1,23	0,00	0,00	0,01
C16:0	Palmitico	36,30	15,31	17,96	11,55	12,50	4,91
C16:0 iso		0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01
C17:0	Heptadecanóico	5,08	0,10	0,75	0,06	0,01	0,04
C18:0	Estearico	5,08	2,27	4,33	3,21	2,20	2,51
Saturados		49,15	17,99	24,73	15,03	78,19	7,64
C12:1		0,00	0,01	0,07	0,00	0,05	0,00
C16:1 <i>c</i> 9		0,26	0,17	0,16	0,09	0,02	0,24
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,00	0,03	0,04	0,04	0,00	0,04
C18:1 <i>c</i> 9	Oléico	3,31	31,68	15,61	19,83	18,39	57,48
C18:1 <i>c</i> 11		0,58	1,37	0,00	1,30	0,00	3,66
C18:1 <i>c</i> 12		0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	1,29
C18:1 <i>c</i> 13		0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Total C18:1 <i>cis</i>		16,94	78,95	66,56	76,33	21,66	82,21
C24:1		0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
Monoinsaturados		17,19	79,16	66,87	76,46	21,73	82,49
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12		13,05	45,90	50,95	54,78	3,26	19,78
C22:2		0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
C18:3 <i>n</i> 3	α -Linolênico	0,99	0,00	0,00	7,61	0,00	7,76
C18:3 <i>n</i> 6	γ -Linolênico	23,12	1,26	6,16	0,32	0,00	0,63
Poliinsaturados		37,16	47,16	57,17	62,71	3,26	28,17
Outros		9,55	1,59	2,19	0,59	0,09	1,48

t = *trans*; c = *cis*

Não foram encontrados nenhum dos ácidos graxos C18:1 *trans*

As dietas experimentais, apresentaram composição similar às de um experimento conduzido, simultaneamente, com animais em produção de leite pela Embrapa Caprinos, Sobral- CE (Bomfim et al., 2006a; Bomfim et al., 2006b; Bomfim et al., 2006c), sendo que o atual experimento tem como objetivo simular o comportamento das características digestivas dessa dieta. As concentrações de nutrientes atenderam, portanto, às recomendações do AFRC (1993) para cabras em lactação, sendo que a composições em proteína bruta e energia líquida foram mantidas constantes em todas as dietas (16%PB e 2,14 Mcal.kg⁻¹, respectivamente).

As concentrações em fibra das dietas foram mantidas constantes por meio da oferta de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) como forrageira exclusiva e corresponderam a 25% de FDN oriunda da forragem. O fubá de milho (*Zea mays*, L.) foi utilizado como principal fonte de energia fermentescível disponível nas dietas, acrescidas de fontes minerais. A suplementação de óleos às dietas foi de 2,3% na base da matéria seca em substituição ao milho.

A proporção volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 32:68, em matéria seca, conforme dados apresentados na Tabela 3. Nas Tabelas 4 e 5 constam, respectivamente, as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais.

Cada período experimental teve duração de 25 dias (15 dias para adaptação dos animais às rações e 10 dias de coleta de amostras). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30 e receberam uma mistura completa de feno de capim-tifton-85 e mistura concentrada, em quantidade suficiente para que houvesse 10% de sobras para garantia de consumo *ad libitum* de alimentos pelos animais.

Na avaliação e comparação dos efeitos entre as fontes de lipídios, foram observados o fluxo de nutrientes para o omaso, a produção e eficiência microbiana, o pH, o nitrogênio amoniacal e os ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico, butírico e láctico). As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente, à temperatura ambiente, em frascos de vidro.

Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingrediente	Dieta (% MS)			
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
Capim-tifton 85 (Feno)	31,77	31,87	31,87	31,87
Milho (fubá)	51,69	48,52	48,52	48,52
Farelo de soja	14,93	15,69	15,69	15,69
Óleo de Soja	-	2,30	-	-
Óleo de Canola	-	-	2,30	-
Óleo de Palmiste	-	-	-	2,30
Minerais ¹	1,61	1,51	1,51	1,51

¹Mistura macromineral: 66% de fosfato bicálcico, 44% de calcário calcítico; 95,78% de cloreto de sódio; mistura micromineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio.

Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingredientes					
	Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	Composição					
MS (g.kg ⁻¹)	903,34	881,40	885,22	1000,00	1000,00	1000,00
MO (g.kg ⁻¹)	849,42	870,00	821,50	1000,00	1000,00	1000,00
PB (g.kg ⁻¹)	130,63	87,54	488,28	-	-	-
EE (g.kg ⁻¹)	14,05	39,87	19,47	999,00	999,00	999,00
CT (g.kg ⁻¹)	801,40	861,19	428,53	-	-	-
CNF (g.kg ⁻¹)	66,42	649,61	200,70	-	-	-
FDN (g.kg ⁻¹)	777,83	224,78	243,15	-	-	-
FDNc (g.kg ⁻¹)	772,34	212,60	228,30	-	-	-
FDNcp (g.kg ⁻¹)	722,20	211,58	227,84	-	-	-
FDA (g.kg ⁻¹)	354,23	24,48	128,53	-	-	-
FDAi (g.kg ⁻¹)	115,31	7,02	4,19	-	-	-
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	455,07	570,63	113,85	-	-	-
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	69,49	24,92	5,92	-	-	-
LDA (g.kg ⁻¹)	38,78	4,29	4,21	-	-	-
FDAi:LDA	2,97	1,63	1,00	-	-	-
Cinzas (g.kg ⁻¹)	53,92	11,40	63,72	-	-	-
Ca (g.kg ⁻¹)	2,60	0,12	2,28	-	-	-
P (g.kg ⁻¹)	3,75	2,31	5,38	-	-	-
	Valor estimado de energia disponível					
NDT (%)	70,69	93,61	86,30	222,52	222,52	222,52
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,70	3,72	3,39	9,46	9,46	9,46
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,36	3,38	3,06	0,00	0,00	0,00
EL (Mcal.kg ⁻¹)	1,76	2,37	2,18	5,80	5,80	5,80

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Dietas	
	Controle	Suplementadas com Óleo
	Composição	
MS (g.kg ⁻¹)	890,66	892,13
MO (g.kg ⁻¹)	843,40	845,64
PB (g.kg ⁻¹)	159,65	160,71
EE (g.kg ⁻¹)	27,98	49,65
CT (g.kg ⁻¹)	765,11	743,15
CNF (g.kg ⁻¹)	388,22	370,51
FDN (g.kg ⁻¹)	399,60	395,10
FDNcp (g.kg ⁻¹)	373,40	369,10
FDNf (g.kg ⁻¹)	248,90	248,90
FDA (g.kg ⁻¹)	144,38	144,94
FDAi (g.kg ⁻¹)	40,90	40,81
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	331,98	322,93
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	358,00	352,00
LDA (g.kg ⁻¹)	15,20	15,10
Cinzas (g.kg ⁻¹)	47,26	46,48
Ca (g.kg ⁻¹)	5,80	5,47
P (g.kg ⁻¹)	5,18	5,12
	Valor estimado de energia	
NDT (g.kg ⁻¹)	834,29	866,06
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,94	3,07
EL (Mcal.kg ⁻¹) ³	2,11	2,18
EMF:PB	0,184	0,191

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF=carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

As análises laboratoriais dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV para determinação da composição bromatológica em matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) utilizando-se as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Mertens et al. (2002); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas relatadas por Licitra et al. (1996); e lignina em detergente ácido, conforme metodologia descrita por Van Soest (1965). As fezes e as digestas ruminais e omasais foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, cinzas e FDN.

Os valores estimados para carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos por meio das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Van Soest et al. (1991), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDN_{cp}) .$$

Os valores de energia dos ingredientes das dietas foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001) considerando a classe do alimento descrita como volumoso, concentrado, produtos de origem animal ou ácido graxo. No cálculo do NDT, considerou-se o nível de alimentação (L) de 1 x (uma vez) o nível de manutenção, estimado pela equação:

$$NDT = (PB_D + CNF_D + FDN_D + AG_D \times 2,25) - 7 , \text{ em que:}$$

$$PB_D = PB \times \text{Exp}[-1,2 \times PIDA/PB] - \text{para volumosos;}$$

$$PB_D = [1 - (0,4 \times PIDA/PB)] \times PB - \text{para concentrados;}$$

$$CNF_D = 0,98 \times CNF ;$$

$FDN_D = 0,75 \times (FDN_{cp} - LDA) \times [1 - (LDA/FDN_{cp})^{0,667}] ; 0,75 = \text{constante de proporcionalidade.}$

$$AG_D = EE - 1 ;$$

O valor 7 reduzido da equação, refere-se ao NDT metabólico fecal.

A PB_D refere-se à proteína verdadeiramente digestível; CNF_D , aos carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDN_D , à FDN verdadeiramente digestível; AG_D , aos ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; e LDA, à lignina em detergente ácido. Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001), em que os valores estimados de NDT foram obtidos com base no calor de combustão dos componentes nutricionais utilizados e da fração metabólica.

A transformação de ED para EM foi feita segundo a equação:

$$EM \text{ (mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (mcal/kg)} - 0,45 ;$$

A conversão do NDT em energia líquida foi feita pela equação de Moe et al. (1972), que corresponde à energia líquida no nível de manutenção:

$$EL_m \text{ (mcal/kg)} = 0,0266 \times NDT (\%) - 0,12$$

A energia metabolizável fermentescível (EMF) foi estimada conforme sugerido no AFRC (1993). Na dieta com grão de soja tostada, esse valor foi corrigido em virtude

da existência de lipídios presentes naquele alimento. A estimativa da EMF é necessária, pois os lipídios não são fontes de energia para os microrganismos.

Para quantificação do valor de energia das dietas, foram utilizados os valores da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{dCNF} + \text{dPB} + (\text{dEE} \times 2,25) + \text{dFDN},$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos nutrientes. A conversão dos valores de NDT em energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) foi realizada utilizando-se os mesmos procedimentos supracitados.

O fluxo de nutrientes para o omaso e a taxa de passagem de sólidos foram determinados utilizando-se como indicador a fibra em detergente ácido indigerível (FDAi), conforme técnica descrita por Cochran et al. (1986). No entanto, efetuou-se a incubação ruminal em sacos tipo Ankon[®], confeccionados com dimensões 5 × 5 cm em TNT-100 (tecido-não-tecido), por 288 horas, em vez de se utilizar a digestibilidade *in vitro*, sugerida no protocolo original. Para a quantificação do fluxo omasal, alíquotas de aproximadamente 150 mL de digesta do omaso foram obtidas simultaneamente à coleta das amostras de fezes utilizando-se um conjunto de dispositivos, composto de um kitassato, um tubo coletor e uma bomba de vácuo (Figura 1).

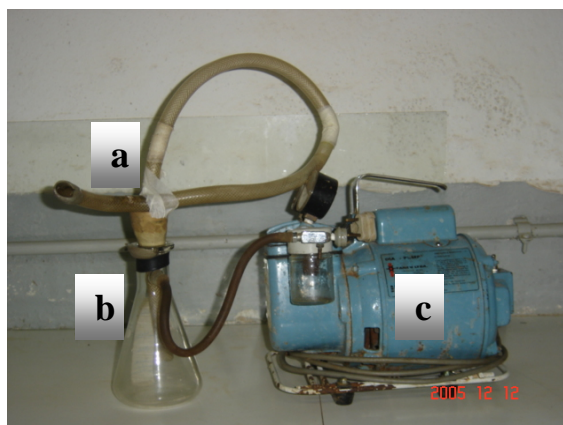


Figura 1 - Equipamentos e materiais utilizados na coleta de amostras do omaso: a) tubo coletor; b) kitassato; c) bomba de vácuo.

Para a coleta de digesta omasal, procedia-se à introdução do tubo coletor, através da cânula ruminal, no orifício retículo-omasal, onde era mantido durante o período da coleta. A digesta entrava no tubo coletor e era succionada até o kitassato, conectado a uma bomba de vácuo. Imediatamente após as coletas, as amostras foram armazenadas

em recipientes plásticos e, posteriormente, constituíram amostras compostas por período e por animal, com base da matéria pré-seca.

O fluxo de matéria seca foi calculado conforme a equação:

$$\text{Fluxo} = \frac{\text{CDI} \times 100}{[\text{IND}_{\text{om}}]}, \text{ em que: CDI é o consumo diário do indicador e } [\text{IND}_{\text{om}}], \text{ a}$$

concentração do indicador na digesta omasal.

A taxa de passagem (k_p) foi estimada pela técnica da evacuação ruminal, de acordo com metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, foram feitas três coletas de conteúdo ruminal: a primeira às 4h30, a segunda às 13h30 e a terceira às 22h30 dos dias 7, 8 e 9 do período de coleta, respectivamente.

Depois de removido, o conteúdo ruminal foi separado, com o auxílio de tela de polietileno (50 × 50 cm) e baldes plásticos, em frações sólida e líquida, que foram pesadas individualmente e amostradas (400 g) proporcionalmente. A fração líquida, seguida da fração sólida, foi retornada ao rúmen. As amostras foram mantidas em estufa de ventilação forçada (65°C) e, depois de processadas em moinho Willey com peneira de malha de 1 mm, foram compostas em igual base seca por cabra, em cada período, para as análises laboratoriais. A partir dos resultados da análise, calculou-se a massa ruminal dos nutrientes.

A taxa de passagem (k_p) foi estimada pelo quociente entre o fluxo omasal diário do indicador dividido por 24 horas e a massa ruminal do indicador, segundo requisitos sugeridos por Cannas & Van Soest (2000):

$$k_p = \frac{\frac{\text{Fluxo diário do indicador (g.d}^{-1}\text{)}}{24 \text{ horas}}}{\text{Massa ruminal do indicador (g)}}$$

A concentração de amônia (N-NH₃) e a medição de pH no rúmen foram obtidas em intervalos de 2 horas e a concentração dos ácidos graxos voláteis (AGVs), em intervalos de 4 horas após a alimentação da manhã, durante 24 horas. O pH foi determinado diretamente no rúmen do animal utilizando-se potenciômetro digital portátil (PH-1400; Instru Therm). O eletrodo (EPC-30) foi lavado com água destilada antes da medição em cada animal e a aferição do equipamento foi realizada entre os tempos de coleta. O líquido ruminal para determinação de amônia e AGVs foi coletado

no mesmo dia da medição do pH, foram filtradas em quatro camadas de gaze e congeladas imediatamente após a coleta, para posterior análise.

Para determinação da concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foram descongeladas as amostras, retiradas alíquotas de 10 mL, as quais adicionou-se 1 mL de ácido tricloroacético 10% e centrifugadas por 15 minutos a 5000 rpm. Então, das amostras centrifugadas foram obtidas alíquotas de 2 mL do sobrenadante que foram destiladas com solução de KOH 2N (132 g de KOH/L de H₂O destilada) e tituladas com ácido clorídrico.

Para a determinação da concentração dos ácidos graxos voláteis (AGVs) acético, propiônico, butírico e láctico foram coletadas amostra do líquido de rúmen nos mesmos dias de determinação do pH e coleta de amostra para definição da concentração de N-NH₃, foram filtradas em quatro camadas de gaze e congeladas. Após descongelamento das amostras, retirou-se alíquotas de 2 mL, nas quais foram adicionados 1 mL de ácido metafosfórico a 20%. Em seguida foram centrifugadas a 17000 rpm, por 15 minutos, sendo o sobrenadante utilizado para as leituras das concentrações. As leituras dos AGVs foram realizadas em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU SPD-10 A VP, detector Ultra Violeta (UV) e comprimento de ondas de 210 nm. A coluna usada foi C18 (fase reversa). Utilizou-se como fase móvel o ácido fórmico 0,1% em água, fluxo de 1,5 mL/minuto, pressão na coluna de 168 Kgf e volume injetado de 20 µL.

No sexto dia do período de coleta, foram retirados 750 mL de líquido da digesta ruminal antes da alimentação e 750 mL 6 horas após a alimentação da manhã para isolamento de bactérias ruminais, conforme descrito por Cecava et al. (1990). A estimativa da produção de nitrogênio bacteriano foi feita de acordo com a técnica das bases purinas (Zinn & Owens, 1986) no *pellet* bacteriano e na digesta omasal.

A eficiência de síntese microbiana foi calculada a partir dos carboidratos e da matéria orgânica degradados no rúmen, estimados pela diferença entre o consumo de carboidratos ou matéria orgânica e o fluxo omasal destas frações.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS, 1999), aplicando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias.

Os dados referentes aos valores de pH, às concentrações de amônia e de ácidos graxos no líquido ruminal foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, no qual os tratamentos corresponderam às parcelas e os tempos às subparcelas. Para o fator

tratamento, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade e, para o fator tempo, adotou-se a análise de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico.

Resultados e Discussão

Na tabela 6 são apresentados os pesos, os conteúdos sólidos e líquidos e as quantidades de matéria seca e nutrientes no conteúdo ruminal das cabras leiteiras.

O conteúdo de sólido e líquido e de nutrientes no rúmen obtida com as diferentes fontes de lipídios foi similar ($P > 0,05$). A porcentagem de matéria seca, em relação ao conteúdo total, presente no rúmen foi de 8,67% e o conteúdo total do rúmen representou 8,70% do peso dos animais.

Entende-se com essa semelhança nas quantidades dos compostos no rúmen, principalmente em conteúdo sólido e líquido, que as digestas ruminais constaram de uma mesma fluidez. Além disso, a degradabilidade da fibra no rúmen (Tabela 9 capítulo

Tabela 6 - Peso, conteúdo e massa ruminal de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
Peso dos animais (kg)	47,44	50,21	48,71	50,39	6,20	ns
Conteúdo sólido (kg)	1,29	1,37	1,28	1,52	31,52	ns
Conteúdo líquido (kg)	2,77	2,71	3,45	2,73	18,42	ns
Conteúdo Total (kg)	4,06	4,08	4,72	4,25	19,70	ns
Massa ruminal						
MS (g)	361,13	373,88	358,71	383,00	26,51	ns
MO (g)	315,48	329,86	311,34	339,01	27,51	ns
PB (g)	82,92	82,99	78,39	84,39	28,08	ns
EE (g)	20,52	24,96	19,37	27,34	46,92	ns
FDN _{cp} (g)	171,91	188,38	174,10	188,79	28,51	ns
CNF (g)	40,12	33,53	39,47	38,50	33,02	ns
CT (g)	212,03	221,91	213,58	227,29	26,77	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

1 desta tese) também foi semelhante entre as dietas, sendo dois fatores de importante influência na taxa de passagem (Tabela 9), a qual não foi significativa entre as fontes de óleo, coerentemente com esses dois fatores interferentes.

A massa de PB, EE, FDNcp, CNF e CT representa 22,26, 6,24, 48,97, 20,97, 59,24%, da matéria seca ruminal, respectivamente. Ao se comparar a concentração dos nutrientes nas dietas fornecidas (Tabela 4) com os valores citados anteriormente, nota-se que houve alteração na concentração dos componentes no rúmen, sendo estas variações entre a dieta e o rúmen, específica para cada nutriente. O desaparecimento de cada nutriente no rúmen é resultante da ação da degradação (*kd*) e da transferência (*kp*) para outros compartimentos.

A concentração do CNF no rúmen é menor do que a observada na dieta (20,97 vs 37,49%), fato este ocorrido em função da rápida fermentação que carboidratos com esta natureza sofrem. Quanto aos valores de EE verifica-se redução comparada àqueles observados na dieta (6,24 vs 4,42%), embora os AG não sejam digeridos pelas enzimas bacterianas ruminais, é sugerido a digestão dos outros componentes do EE, uma vez que o extrato etéreo é definido como sendo a soma de todas as substâncias extraídas pelo éter: acilgliceróis, ácidos graxos livres, colesterol, lecitina, clorofila, álcoois voláteis, óleos voláteis e resinas. O aumento na concentração de fibra (48,97 vs 37,01) é resultado de sua menor velocidade de degradação relativa aos componentes não-fibrosos, enquanto que os maiores valores encontrados para a PB (22,26 vs 16,04) ao se comparar com a concentração na dieta podem ser explicados em função da presença de síntese microbiana ocorrida no rúmen.

Na Tabela 7 são apresentados os dados de fluxo de matéria seca, matéria orgânica, e nutriente no omaso de cabras alimentadas com dietas formuladas com diferentes fontes de lipídios.

Os fluxos de MS, MO, FDN, EE, CNF e CT, expressos em $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, diferiram ($P<0,05$) entre as rações avaliadas. Maior fluxo de todas essas variáveis ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) foi observado ($P<0,05$) quando utilizada a dieta com adição de óleo de canola, assemelhando-se apenas com a com óleo de palmiste nos valores de FDN e CT.

Ao se avaliar o percentual do fluxo de MS, MO, FDN, PB, EE, CNF e CT em relação ao próprio valor consumido, observa-se diferença ($P<0,05$) entre as dietas estudadas. Nota-se um aumento do fluxo de nutrientes com base no material consumido para a dieta óleo de canola rico em ácidos graxos monoinsaturados, assemelhando-se apenas com a com óleo de palmiste, mais saturado, no de FDN e de CNF, enquanto que

Tabela 7 - Fluxo de matéria seca e nutriente no omaso ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) de cabras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas				CV (%)	$P_r \geq F_{\text{cal}}$
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
	$\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$					
MS	206,88 ^b	210,59 ^b	264,28 ^b	361,51 ^a	29,37	0,0054
MO	181,55 ^b	181,46 ^b	230,41 ^b	316,10 ^a	30,00	0,0058
FDN	66,43 ^b	67,68 ^b	93,49 ^{ab}	120,29 ^a	34,55	0,0113
PB	45,31 ^b	48,76 ^b	50,69 ^b	78,40 ^a	29,51	0,0061
EE	10,11 ^b	15,09 ^b	16,15 ^b	25,76 ^a	39,49	0,0037
CNF	59,74 ^{ab}	49,98 ^b	70,10 ^{ab}	91,61 ^a	36,64	0,0318
CT	126,14 ^b	117,64 ^b	163,58 ^{ab}	211,91 ^a	31,45	0,15
	Porcentagem do consumido					
MS (%CMS)	21,98 ^d	25,23 ^c	33,11 ^b	38,52 ^a	8,54	<0,0001
MO (%CMO)	20,25 ^d	22,66 ^c	30,30 ^b	35,14 ^a	7,87	<0,0001
FDN (%CFDN)	20,71 ^b	23,85 ^b	34,46 ^a	36,72 ^a	13,12	<0,0001
PB (%CPB)	26,72 ^b	37,46 ^b	38,86 ^b	52,49 ^a	17,77	0,0003
EE (%CEE)	38,40 ^b	35,91 ^b	40,66 ^b	54,97 ^a	26,02	0,0204
CNF (%CCNF)	15,15 ^b	14,27 ^b	22,27 ^a	24,61 ^a	21,99	0,0006
CT (%CCT)	17,61 ^c	18,58 ^c	27,75 ^b	30,05 ^a	7,79	<0,0001

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; CMS = consumo matéria seca; CMO = consumo matéria orgânica; CFDN = consumo fibra em detergente neutro; CPB = consumo proteína bruta; CEE = consumo extrato etéreo; CCNF = consumo carboidratos não-fibrosos; CCT = consumo carboidratos totais; ns = não- significativo.

para os tratamentos com o perfil lipídico poliinsaturado e o sem suplementação foram observados, de forma geral, valores menores de fluxo de nutrientes.

Observou-se na atual pesquisa valores abaixo de 50% do EE presente na digesta omasal (fluxo) em relação ao EE consumido, como consta na Tabela 9. Deve ser lembrado que o óleo é composto por ácidos graxos e glicerol, já o extrato etéreo dos vegetais contém óleo, mas também outros componentes solúveis em lipídios, como por exemplo pigmentos, vitaminas e ceras. Entretanto, os ácidos graxos presentes no extrato etéreo, embora não sejam utilizados como fonte de energia pelos microrganismos, os outros constituintes do EE podem ser digeridos pelas enzimas bacterianas, o que pode ter causado essa redução do percentual do EE do omaso em relação ao EE consumido.

Uma outra possível razão, pela qual houve redução do percentual do EE do omaso em relação ao EE consumido, é a formação de complexos entre AG e cátions no rúmen, fenômeno este que influencia subestimando a quantificação de EE da digesta omasal.

Na Tabela 8 são apresentados os dados de produção, fluxo e eficiência de proteína microbiana em cabras leiteiras submetidas a diferentes fontes de lipídios.

Para a produção eficiente da proteína microbiana ruminal, é fundamental a associação na dieta de substratos nitrogenados e energéticos fermentescíveis. Sabe-se que os ácidos graxos não são considerados fonte de energia para os microrganismos, por isso houve a precaução em formular as rações mantendo a mesma razão energia metabolizável fermentescível: proteína bruta (EMF:PB) (Tabela 4), de forma que a adição de óleo na dieta não pudesse influenciar o balanceamento da energia fermentescível, entre as dietas.

Não se observou mudanças nas características estudadas apresentadas na Tabela 8, ($P>0,05$), à exceção do N total e do fluxo de N oriundos das bactérias quando da adição de óleo às dietas.

Os suplementos não afetaram a razão N-RNA/N-Total, que apresentou valor médio de 0,15, estando de acordo com os resultados encontrados por Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995), que, em trabalhos de revisão, relataram magnitudes de 0,14 e 0,18%, respectivamente.

Tabela 8 - Produção, fluxo e eficiência de produção de proteína microbiana, com base no fluxo de matéria seca omasal, em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de lipídios

Item	Dietas				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
N-RNA Bact ($g.kg^{-1}$)	14,96	12,06	12,48	10,06	29,73	ns
N-total Bact ($g.kg^{-1}$)	80,17 ^{ab}	79,69 ^{ab}	83,80 ^a	75,50 ^b	6,64	0,4999
N-RNA/N-TotalBact	0,18	0,15	0,14	0,13	24,60	ns
Fluxo N-mic ($g.d^{-1}$)	5,69	5,72	3,63	9,72	52,17	ns
Pmic/MODR (g/kg)	43,99	74,96	53,68	60,55	26,27	ns
Pmic/CTDR (g/kg)	102,55	153,61	100,22	146,22	40,00	ns
Pmic/NDT (g/kg)	59,04	84,93	66,06	83,64	68,48	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; NRNA Bact = nitrogênio-RNA bacteriano; Ntotal Bact = nitrogênio total bacteriano; NRNA/NTotalBact = relação nitrogênio RNA/nitrogênio total bacteriano; Fluxo N mic = fluxo de nitrogênio; Pmic/MODR = proteína microbiana por kg de matéria orgânica; Pmic/CTDR = proteína microbiana por kg de carboidrato total degradado no rúmen; Pmic/NDT = proteína microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais; ns=não-significativo.

Os lipídios podem influenciar diretamente a síntese de proteína microbiana, pela substituição de fontes de energia fermentescível para os microrganismos, ou indiretamente, por promover a defaunação, evitando o chamado “ciclo fútil” e, conseqüentemente, aumentando a produção de proteína de origem bacteriana (Dewhurst et al., 2000).

A concentração em nitrogênio total bacteriano não diferiu ($P < 0,05$) ao se comparar as dietas recebendo suplementação com aquela utilizada como controle, no entanto, variações ocorreram entre elas, com maior valor observado para o óleo de palmiste em comparação ao óleo de canola. No entanto, observando os dados da tabela 9, verificou-se menor produção de amônia quando da adição de óleo de palmiste, sugerindo que, embora os ácidos graxos saturados tenham influência negativa sobre as bactérias proteolíticas, sua presença contribui para o maior aproveitamento do nitrogênio livre no rúmen devido à maior produção de proteína microbiana.

No entanto, a variação na produção de proteína microbiana entre as fontes de óleo não representou a condição necessária para que houvesse variação no fluxo desta proteína para o omaso, como pode ser observado na Tabela 8, onde está representado que as fontes de óleo não influenciaram o fluxo de proteína microbiana para o omaso ($P < 0,05$). Contudo, observou-se uma tendência de aumento para a dieta com óleo de canola.

A eficiência microbiana é definida como a proporção do substrato energético fixado em células (Van Soest, 1994) e tem sido expressa em função do NDT (NRC, 1996), da matéria orgânica degradada no rúmen – MODR (ARC, 1984) e dos carboidratos totais degradados no rúmen – CTDR (CNCPS, Russel et al., 1992).

Entre as dietas, não foram observadas diferenças dos dados da eficiência da produção de proteína microbiana. Verificou-se alto coeficiente de variação dos dados de eficiência da produção de proteína microbiana, o que contribui para que diferenças entre dietas não fossem observadas, já que puderam ser verificadas tendências de aumento nos valores absolutos para as dietas suplementadas com óleos insaturados (soja e de canola).

Considerando-se as três diferentes formas de expressão da eficiência microbiana (Tabela 8), ressalta-se que as quantidades de lipídios presentes nas rações são utilizadas para o cálculo de NDT e MODR, o que não ocorre com o valor de CTDR. Conseqüentemente, a contribuição adicional dos ácidos graxos, por não representar fonte de energia disponível para crescimento dos microrganismos, pode levar a subestimativa da eficiência de produção de proteína microbiana. Portanto, expressar a eficiência utilizando-se os valores de carboidratos totais degradados no rúmen (CTDR) parece ser o procedimento mais coerente.

Na Tabela 9 constam os valores de concentração de nitrogênio amoniacal, pH e taxa de passagem observados nos animais alimentados com as dietas experimentais.

A concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen não apresentou interação do tratamento com o tempo de coleta ($P>0,05$) (intervalos de 2 horas em 24 horas) e o fator tempo foi significativo para a concentração de amônia ($P<0,05$), gerando a equação de regressão apresentada na figura 2.

Tabela 9 - Características ruminais: amônia (NH₃), pH e taxa de passagem (K_p), de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes lipídicas

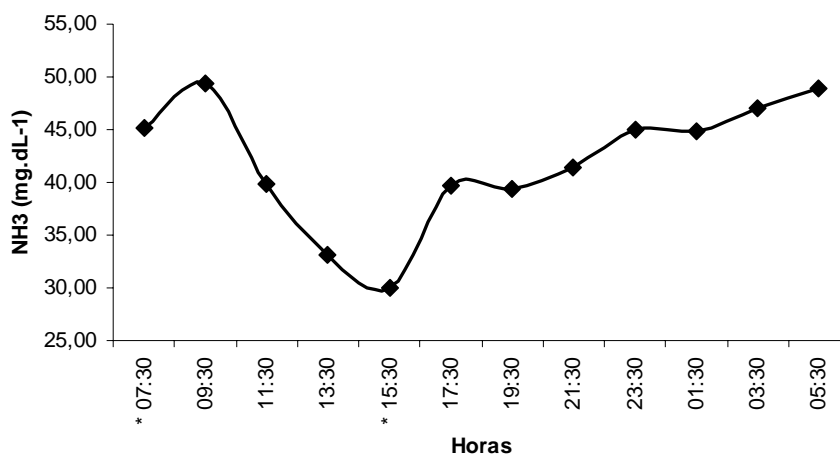
Item	Dietas				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
N-NH ₃ (mg.dL ⁻¹)	45,90 ^a	42,20 ^{ab}	33,86 ^b	45,79 ^a	32,36	0,0299
pH	6,08	6,00	6,11	5,98	6,46	ns
k_p (%.h ⁻¹)	0,044	0,041	0,039	0,044	23,61	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV - coeficiente de variação; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; k_p = taxa de passagem..

As dietas suplementadas com óleo de soja e óleo de canola, lipídios com maior fração de ácidos graxos insaturados (mono e/ou poli), não diferiram, comparativamente, com a dieta controle, apresentando os maiores valores, evidenciando que os ácidos graxos saturados do óleo de palmiste, exerceram influência sobre a população microbiana ruminal. E como exposto anteriormente, a redução do nitrogênio amoniacal, promovido pela dieta suplementada com óleo de palmiste, provavelmente foi função do maior crescimento microbiano (Tabela 8), entre as suplementadas, considerando que a amônia é a fonte primordial dos micorganismos para compor sua proteína.

O valor da dieta com óleo de palmiste, ainda que menor (33,86 mg.dL⁻¹), foi superior ao mínimo recomendado para manutenção das funções normais do rúmen, de 5 mg.dL⁻¹, segundo Satter & Slyter (1974), e estão de acordo com os dados de Leng (1990), que sugeriu para regiões tropicais níveis de concentração de amônia mais elevados, de 10 e 20 mg.dL⁻¹, para maximização da digestão ruminal da matéria seca e do consumo, respectivamente.

Na Figura 2 apresenta-se a concentração amoniacal ao longo do dia, que manteve-se coerente com as características da dieta e o comportamento fisiológico do animal.



* horário das duas refeições diárias

$$y = 58,539 - 0,0627x^3 + 1,5972x^2 - 10,97x$$

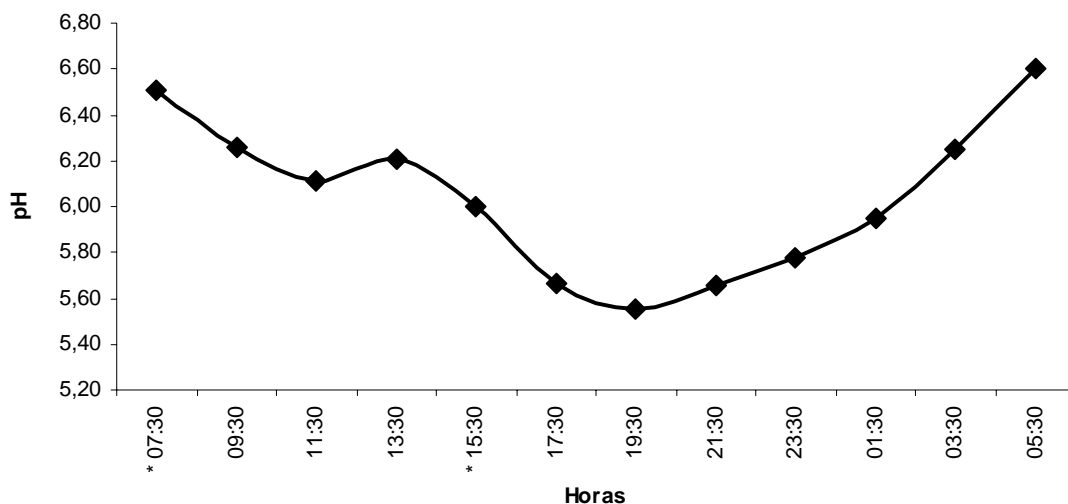
$$R^2 = 0,6883$$

Figura 2 - Concentração de amônia no rúmen de cabras, no período de 24 horas, recebendo suplementação ou não de diferentes fontes de óleo.

Dois horas após o fornecimento da dieta da manhã (9:30 h), o nível amoniacal esteve mais elevado do que no tempo zero (7:30 h), antes de o animal receber a alimentação. Este acréscimo é devido a maior disponibilidade de substrato, principalmente proteína solúvel, promovendo rápida fermentação desse material por parte dos microrganismos liberando um pool de nitrogênio amoniacal para o meio. Com o passar do tempo esses níveis tendem a diminuir com sua absorção pelo epitélio ruminal e pelo aproveitamento do nitrogênio na produção da proteína microbiana.

Esse comportamento se repete às 15:30 h, quando foi fornecida a outra parte da dieta, os níveis se elevaram e manteve-se em equilíbrio, para as condições da noite, quando os animais diminuem a ingestão de alimentos e as atividades físicas.

O pH ruminal não teve interação do tratamento versus tempo de coleta ($P > 0,05$) (intervalos de 2 horas em 24 horas), mas o fator tempo foi significativo para pH ($P < 0,05$), gerando a equação da Figura 3. A suplementação das dietas não promoveu diferença ($P < 0,05$) no pH, com média de 6,03. Esse valor encontra-se abaixo do valor médio, em 10% do recomendado por Van Soest et al. (1991), de 6,7, sendo que o valor mínimo aceitável por este é de 6,2, ponto crítico, a partir do qual, pode comprometer a eficiência de fermentação ruminal.



* horário das duas refeições diárias

$$y = 0,0024x^3 - 0,0248x^2 - 0,0582x + 6,342$$

$$R^2 = 0,8831$$

Figura 3 - Comportamento das dietas contendo diferentes fontes lipídicas sobre o comportamento do pH ruminal.

Era esperado esse valor pH mais baixo no ambiente ruminal, já que foi proposital o alto teor de concentrado (70%) na dieta fornecida, com o intuito de reduzir as bactérias que promovem a biohidrogenação ruminal para atingir os objetivos do capítulo 3 desta dissertação, de forma a não comprometer a ação fibrolítica microbiana e a motilidade ruminal, entre outras conseqüências do baixo pH, como respondeu esse experimento, apesar do pH abaixo do mínimo.

O pH do fluido ruminal pode variar entre 5,5 a 6,5 para dietas ricas em concentrado e de 6,2 a 7,0 para dietas constituídas exclusivamente de volumoso (Owens & Goetsch, 1988).

O pH ruminal sofre variações no ciclo circadiano, como representa a Figura 3. Seu comportamento foi contrário ao apresentado pela concentração de amônia, em que os menores valores foram obtidos 4 horas após o fornecimento das rações, como visto igualmente por Maia et al. (2006), incluindo óleo na dieta de cabras lactantes.

Após o fornecimento da dieta da manhã, quando os picos de amônia ocorreram, o pH teve quedas mais acentuadas, no momento em que a concentração de amônia começou a diminuir, o pH tendeu a se elevar, mas devido ao intervalo de fornecimento mais curto entre as dietas da manhã e da tarde, antes de estabilizar o pH o animal

recebeu a segunda dieta, e a queda do pH foi ainda maior, atingindo o menor valor do dia as 19:30 horas, a partir do qual o pH começa se elevar e equilibrar com os outros fatores ruminais, como amônia e ácidos orgânicos.

Embora sejam inversos os gráficos de amônia e pH, como também mostrados por outros autores, citados anteriormente, a concentração amoniaca não justifica a inversão das proporções do pH, já que sua presença confere característica básica ao meio. Os autores Owens & Goetsch (1988), analisando o pH *vs* tempo, após a alimentação, observaram que próximo às quatro horas após as refeições é quando o pH se encontra mais baixo, e isso reflete o balanço entre as taxas de produção dos ácidos graxos voláteis, o que apresentou aumento após as refeições (figura 4), o influxo de tampões por meio de saliva e a presença ou liberação de tampões ou bases do alimento.

Ao utilizar grande proporção de concentrado em relação ao volumoso, deve-se ter maiores cuidados com os animais apresentando esse pH muito baixo, em determinado momento do dia, preferencialmente 4 horas após o fornecimento da segunda dieta, para evitar que entrem em estado clínico de acidose ruminal.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as taxas de passagens obtidas com as diferentes fontes de lipídios (Tabela 9).

Define-se a cinética de trânsito ou passagem como o fluxo de resíduos não digeridos do alimento ao longo do trato digestivo. Mertens & Ely (1982) complementam afirmando que, este parâmetro está condicionado principalmente pelo nível de consumo, pela forma física da dieta, pelas diferenças na ruminação existentes entre animais, pelo tipo de indicador usado na determinação da curva de excreção fecal, pela proporção volumoso:concentrado e por fatores climáticos (Faichney, 1993). Considerando que a suplementação lipídica não alterou o consumo de MS nem a digestibilidade da fibra e que as outras condições foram controladas entre os tratamentos, é uma possível resposta para que a taxa de passagem seja não significativa.

A alta magnitude dos valores de taxa de passagem ($0,042\%.h^{-1}$) pode ser entendida pela grande presença de tamanhos de partículas menores nas dietas, já que estas foram compostas de alta proporção de concentrado (70%) e de feno picado, o que pode ter contribuído para o maior escape dessas partículas do rúmen. Magnitudes mais baixas foram encontradas no trabalho desenvolvido por Souza et al. (2007), o qual apresentou média da taxa de passagem de sólidos no rúmen de $0,02\%/h$, considerada lenta, pelos autores, que justifica ser reflexo das ingestões de rações com alto nível de volumoso (85%), uma vez que esse material fibroso necessita de maior tempo de

retenção no rúmen para que seu tamanho seja reduzido, de forma a ultrapassar o orifício retículo-omasal, o que corrobora com as informações citadas pelo ARC (1980), para ruminantes consumindo volumoso de baixa qualidade.

Na Tabela 10 estão apresentados os valores das concentrações dos ácidos graxos láctico, acético, propiônico e butírico no líquido ruminal.

Não foram observados efeitos da interação entre tratamento e o tempo das coletas sobre as concentrações dos ácidos acético, propiônico, butírico e do somatório dos três ácidos graxos voláteis (AGV) ($P > 0,05$). Os AGVs (acético + propiônico + butírico) e os ácidos acético, propiônico tiveram o fator tempo significativo ($P < 0,05$), gerando equação de quarto grau, primeiro e terceiro, respectivamente (Figuras 4, 5 e 6).

Os ácidos graxos voláteis apresentaram variações ao longo do dia, com exceção do butirato que se manteve constante ou com crescimento não acentuado (Figura 7), talvez em função do alto coeficiente de variação de 71,72 % (Tabela 10). Ambos tiveram aumentos significativos logo após a ingestão das duas refeições, melhores visualizações destes picos deve-se ter, analisando amostras coletadas com intervalos mais curtos, de duas horas.

O *pool* de ácidos graxos, após as refeições, é proveniente da ação dos microrganismos sobre os substratos presentes em grande quantidade, quando incorporam os açúcares dietéticos e em contra-partida, liberam para o ambiente os ácidos graxos, principal fator contribuinte para a diminuição do pH nesses períodos. A magnitude dos valores é um fator relevante, contudo vale ressaltar que a baixa relação acetato:propionato (Ac:Prop) (Tabela 11) é um indicativo de aumento na produção de ácido propiônico, possivelmente entendido devido a alta presença de concentrado na dieta com relação V:C de 30:70. De acordo com Blaxter (1962) o decréscimo de acetato e da relação acetato propionato tem sido explicado pela tendência de bactérias fibrolíticas e amilolíticas em produzir, em maior quantidade, acetato e propionato, respectivamente.

Calderon et al. (1983) observou que quando a relação acetato:propionato aumentou de 1 para 2,2 em cabras leiteiras, houve elevação no teor de gordura do leite, mas não houve resposta quando a relação foi superior a 2,2. Entretanto, Lu & Potchoiba (1987) demonstraram, também em cabras leiteiras, que a concentração de gordura do leite de 4,2 a 3,1 foi associada a razão acetato:propionato de 3,1 e 2,3, respectivamente. Portanto é provável que as dietas utilizadas neste trabalho, conduzam a produção de leite com menor teor de gordura.

Tabela 10 - Médias das concentrações dos ácidos graxos láctico, acético, propiônico e butírico no líquido ruminal.

Tempo (h)	Dietas				CV (%)
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola	
-----Ácido láctico, mMol/100ml-----					
0	0,37	0,85	0,30	0,26	-
4	0,39	0,85	0,29	0,27	-
8	0,41	0,92	0,31	0,29	-
12	0,63	0,53	0,27	0,42	-
16	0,58	0,54	0,26	0,43	-
20	0,62	0,56	0,26	0,44	-
Média	0,50	0,71	0,28	0,35	94,09
-----Ácido acético, mMol/100ml-----					
0	5,39	6,36	5,94	6,00	-
4	6,16	6,64	6,20	6,24	-
8	6,48	6,22	6,38	6,30	-
12	6,46	5,83	6,61	6,01	-
16	6,96	6,41	6,70	6,31	-
20	7,05	6,53	6,56	6,74	-
Média	6,42	6,33	6,40	6,26	23,86
-----Ácido propiônico, mMol/100ml-----					
0	5,26	4,12	5,00	3,94	-
4	5,31	4,86	5,45	4,72	-
8	5,57	4,67	5,92	5,17	-
12	4,49	4,33	4,39	4,06	-
16	5,15	4,69	5,55	4,70	-
20	5,42	4,94	5,48	5,18	-
Média	5,20	4,60	5,30	4,63	20,59
-----Ácido butírico, mMol/100ml-----					
0	0,07	0,06	0,09	0,08	-
4	0,08	0,07	0,10	0,08	-
8	0,08	0,07	0,10	0,08	-
12	0,08	0,10	0,10	0,08	-
16	0,09	0,10	0,10	0,08	-
20	0,08	0,11	0,11	0,08	-
Média	0,08	0,09	0,10	0,08	71,72
-----AGVs, mMol/100ml-----					
Média	11,70	11,02	11,80	10,97	18,68

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV - coeficiente de variação; AGV = ácidos graxos voláteis (acético + propiônico + butírico).

Para a concentração do ácido láctico foi observado efeito da interação entre tratamento e tempo de coleta ($P < 0,05$) (Tabela 10). Apenas os tratamentos com óleo de soja e o controle sofreram influência do tempo de coleta, tendo suas equações de regressão apresentadas na Figura 8.

Tabela 11 - Proporções de ácidos graxos voláteis (AGV) acético, propiônico e butírico e relação acetato propionato, no líquido ruminal

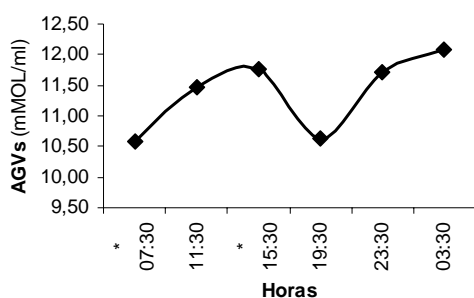
Tempo (h)	Dietas				CV (%)
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola	
-----Proporção de ácido acético (%)-----					
0	50,29	60,31	53,83	59,89	-
4	53,36	57,40	52,76	56,53	-
8	53,44	56,74	51,43	54,51	-
12	58,56	56,79	59,53	59,27	-
16	57,09	57,20	54,23	56,86	-
20	56,18	56,40	54,01	56,13	-
Média	54,82	57,47	54,30	57,20	16,34
-----Proporção de ácido propiônico (%)-----					
0	49,04	39,09	45,32	39,34	-
4	45,98	42,02	46,40	42,76	-
8	45,94	42,62	47,76	44,78	-
12	40,69	42,24	39,58	39,98	-
16	42,18	41,88	44,92	42,39	-
20	43,18	42,63	45,08	43,18	-
Média	44,50	41,75	44,84	42,07	24,85
-----Proporção de ácido butírico (%)-----					
0	0,63	0,69	0,67	0,79	-
4	0,68	0,74	0,61	0,59	-
8	0,64	0,67	0,61	0,56	-
12	0,59	0,55	0,58	0,58	-
16	0,59	0,61	0,71	0,72	-
20	0,73	0,75	0,77	0,78	-
Média	0,70	0,61	0,58	0,74	35,78
-----Relação acetato propionato-----					
0	1,03	1,54	1,19	1,52	-
4	1,16	1,37	1,14	1,32	-
8	1,16	1,33	1,08	1,22	-
12	1,44	1,34	1,50	1,48	-
16	1,35	1,37	1,21	1,34	-
20	1,30	1,32	1,20	1,30	-
Média	1,24	1,38	1,22	1,36	34,01

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK.
CV - coeficiente de variação

Baseado no gráfico da Figura 8, os ácidos graxos poliinsaturados, característica principal do perfil lipídico do óleo de soja e do óleo da dieta controle, propiciaram maior produção de ácido láctico no rúmen, provavelmente devido à ação dos AG poliinsaturados sobre as bactérias celulíticas, favorecendo o crescimento das produtoras de ácido láctico. E foram ainda mais acentuados para a dieta com óleo de soja, possivelmente pelo fato de a dieta com óleo de soja propiciar a maior presença dos

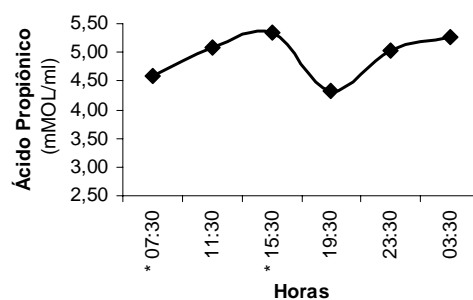
ácidos graxos poliinsaturados no rúmen, em função da maior ingestão de EE que este tratamento apresentou comparado com a dieta controle (Tabela 8 do capítulo 1).

Martim (1998) relata que são necessários muitos estudos para melhor compreender os efeitos e os mecanismos por meio dos quais os ácidos orgânicos podem atuar sobre os microrganismos ruminais e favorecer a manipulação ruminal com o intuito de otimizar a utilização dos substratos componentes das dietas fornecidas aos animais.



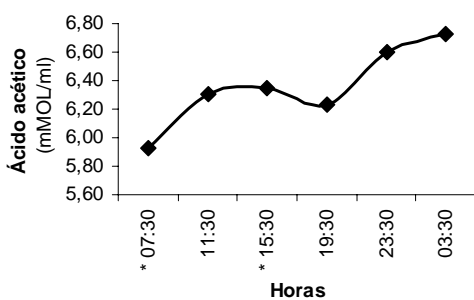
* horário das duas refeições diárias
 $y = 5,1778 + 8,6175x - 3,9271x^2 + 0,7111x^3 - 0,044x^4$
 $R^2 = 0,7544$

Figura 4 - Concentração dos ácidos graxos voláteis x tempo de coleta



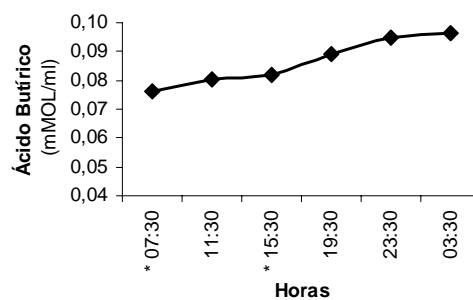
* horário das duas refeições diárias
 $y = 2,9538 + 2,3168x - 0,7577x^2 + 0,073x^3$
 $R^2 = 0,5192$

Figura 6 - Concentração do ácido propiônico x tempo de coleta



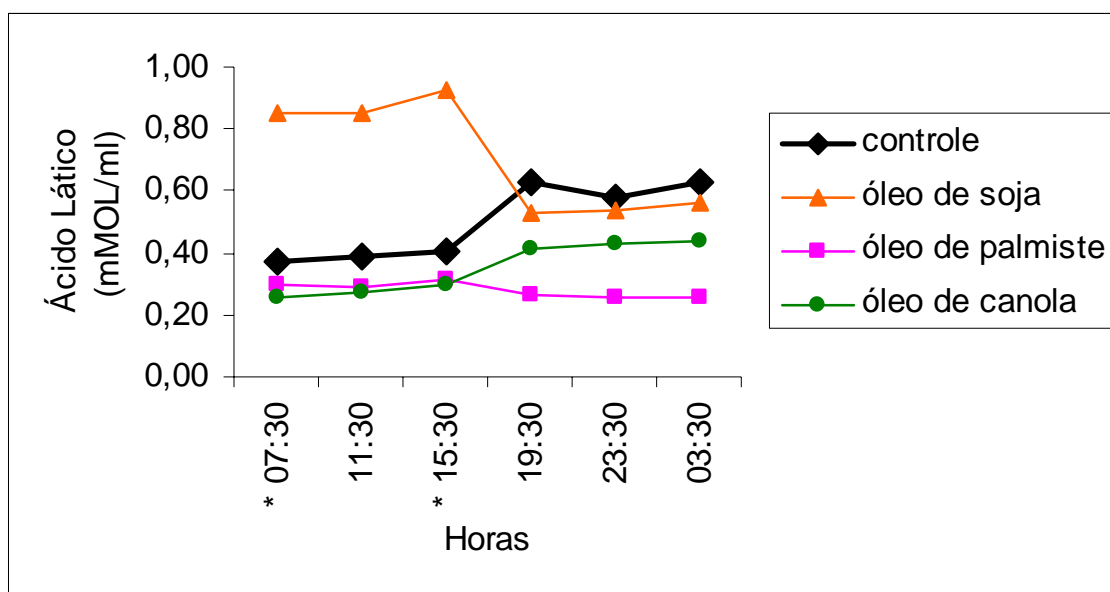
* horário das duas refeições diárias
 $y = 5,8788 + 0,1355x$
 $R^2 = 0,8067$

Figura 5 - Concentração do ácido acético x tempo de coleta



* horário das duas refeições diárias

Figura 7 - concentração do ácido butírico x tempo de coleta



* horário das duas refeições diárias

controle: $Y = 0,3529 + 0,0146X$ $R^2 = 0,76$

óleo de soja: $Y = 0,9031 - 0,0177X - 0,0001X^2$ $R^2 = 0,83$

Figura 8 - Concentração do ácido lático x tempo de coleta

Conclusões

O uso de suplementos lipídios vegetais em até 2,3% podem ser utilizados na alimentação, apresentando alta relação volumoso:concentrado (30:70), de cabras leiteiras sem comprometer as características digestivas.

Literatura Citada

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 159p, 1993.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London. England). The nutrient requirements of ruminant livestock. Slough: **Commonwealth Agricultural Bureaux**, 351p, 1980.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. ARC. Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants. London: **Commonwealth Agricultural Bureaux**, p.45, 1984.

BLAXTER, K.L. The energy metabolism of ruminants. **Hutchinson & Co., Ltd.**, London. p.187, 169, 1962.

- CALDERON, I.E.J.; DePETERS, N.E.; SMITH, N.E. et al. Composition of the goat's milk: change within milking and effect of a high concentrate diet. **Journal of Dairy Science**. v.67, p.1905, 1983.
- CANNAS A.; VAN SOEST P.J. Simple allometric models to predict rumen passage rate in domestic ruminants. In: MC NAMARA, J.P.; FRANCE, J.; BEEVER, D.E. (Eds). **Modelling nutrient utilisation in farm animals**. Wallingford, oxon, UK: CAB International, 2000, p.49-62.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER.; T.H., CAMERON, M.A. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.
- EMPRESA AGROPALMA-LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.agropalma.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- EMPRESA CAMPESTRE -LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.oleodepalmiste.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- FAICHNEY, G.J. Digesta flow. In: forbes, j.m., france, j. (eds.) quantitative of ruminant digestion and metabolism. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, Cambridge University Press. p.53-85, 1993.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOOR, J.J.; HERBEIN, J.H.; JENKINS, T.C. Nutrient digestion, biohydrogenation, and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, p.65-82, 2002.
- LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. Implications of forage particle length on chewing activities and milk production in dairy goat. **Journal of Dairy Science**. v.70, p.1411, 1987.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006.
- MARTIM, S. A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.3123-3132, 1998.

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MERTENS, D.R., ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization - a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**. p.895-905, 1982.
- MOE, P.W.; FLATT, W.P.; TYRREL, H.F. Net energy value of feeds for lactation. **Journal Dairy Science**, v.55. p.945, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academic Press, p. 387, 2001.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and metabolism**. New Jersey: Prentice Hall, p.145-171, 1988.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on ruminal fermentation in vitro and *in vivo*. **Journal of Animal Science**, v.58, p.194-202, 1984.
- ROBINSON, P.H.; TAMMINGA, S.; VAN VUUREN, A.M. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- SOUZA, N. ; FRANZOLIN, R. & SOARES, W. Efeitos de ingestões crescentes de fósforo em dietas à base de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade e metabolismo ruminal em bubalinos. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Asociacion Latino americana de Produccion Animal, v. 15, n. 2, p. 58-64, 2007.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User's Guide: Statistics. Version 8.0. NC: SAS INSTITUTE, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição de bovinos de corte: Problemas e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1995, Distrito Federal. **Anais...** Distrito Federal: Sociedade Brasileira de Zootecnia 1995, p.156-161.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. Essex: Elsevier, p.387-443 1988.

- VAN SOEST, P. J. Use of detergents in analyses of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1965.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock, ed. 2, p.476, 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.157-166, 1986.

Efeito de diferentes fontes lipídicas sobre o perfil de ácidos graxos na digesta omasal e metabolismo de lipídios no rúmen em cabras leiteiras

RESUMO

Avaliou-se o efeito do uso de diferentes fontes lipídicas na dieta sobre o perfil de ácidos graxos (AG) da digesta omasal (fluxo) e da biohidrogenação no rúmen, em cabras leiteiras. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em delineamento em quadrado latino 4 x 4, em duplicata. Os tratamentos consistiram de quatro dietas, sendo uma dieta controle (DC) e três suplementadas com diferentes fontes de lipídios: óleo de soja (OS), óleo de palmiste (OP), óleo de canola (OC). O consumo em ácidos graxos mantiveram as características do perfil lipídico da dieta fornecida, uma vez que não houve desbalanceamento do perfil lipídico da dieta no ato do consumo. No omaso, foram observados elevados teores de ácido *trans* vacênico (C18:1 *trans*-11) quando utilizado a dieta com óleo de soja, e que na análise de eficiência de conversão dos ácidos graxos do óleo consumido C18:2 e C18:3 em C18:1 *trans*-11 no rúmen, também apresentou superioridade. Dentre as dietas suplementadas com óleo, as mais insaturadas como a OS e OC sofreram maior biohidrogenação ruminal em função da maior presença de AG insaturados na sua composição. O óleo de soja pode ser suplementado na dieta de cabras leiteiras, associado à redução do pH ruminal com o uso da maior proporção de concentrado em relação ao volumoso na dieta, como estratégia para aumentar a excreção de ácido linoléico conjugado (CLA) no leite, uma vez que esta combinação apresenta maior eficiência na conversão dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 em C18:1 *trans*-11 no rúmen, sendo que este último ácido graxo é o principal precursor do CLA endógeno.

Palavras-chave: biohidrogenação, perfil lipídico, ácidos graxos, gordura do leite, CLA, cabras

Effect of different sources of lipids on the profile of fat acids in omasal digest and metabolism of lipids in rumen in dairy goats

ABSTRACT

The scope of this study was to evaluate the effects of different dietary lipid sources on the fatty acid (FA) profile of the omasal digesta (flow) and biohydrogenation in the rumen of dairy goats. Eight rumen fistulated goats that were neither pregnant nor lactating, distributed in a double 4 x 4 Latin square design, were used. Four diets were used, one of them was the control diet (CD) and the other three were supplemented with different sources of lipids: soy oil (SO), palm kernel oil (PKO), canola oil (CO). The fatty acid consumption kept the lipidic profile characteristics of the provided diet, since unbalancing of the lipidic profile of the diet did not occur at the intake. High percentages of vaccenic acid (C18:1 *trans*-11) was found for the diet supplemented with SO in the omasum. Such diet also showed a better efficiency on the conversion of the fatty acids in the consumed oil, C18:2 and C18:3, into C18:1 *trans*-11 in the rumen. Among the diets supplemented with oil, the most unsaturated ones such as SO and CA showed higher ruminal biohydrogenation in relation to the higher presence of unsaturated FA in its composition. Soy oil may be used as a supplement on dairy goat diet, associated with the ruminal pH reduction by using higher rates of concentrate in relation to the forage on the diet, as a strategy to increase excretion of conjugated linoleic acid (CLA) in milk once this combination shows higher efficiency on the conversion of C18:2 and C18:3 into C18:1 *trans*-11 in the rumen, being the latter fatty acid the main precursor of endogenous CLA.

Keywords: biohydrogenation, lipids profile, fat acids, fat of milk, CLA, goats

Introdução

A suplementação lipídica na dieta de ruminantes apresenta diferentes finalidades, dentre elas, a manipulação dos ácidos graxos da gordura do leite, sendo comprovada por alguns autores, ao afirmarem através de suas pesquisas que 88% dos ácidos graxos do sangue eram de origem dietética, contra 12% de origem endógena (Palmquist & Mattos, 1978) e aproximadamente 50% da gordura do leite é derivada dos lipídios do plasma (Grummer, 1991).

A possibilidade de alterar a gordura do leite, via suplementação lipídica na dieta, desperta grande interesse, por parte dos pesquisadores, em incrementar o ácido linoléico conjugado (CLA) nos produtos lácteos, uma vez que este ácido graxo apresenta considerável importância na saúde humana por apresentar propriedade anticarcinogênica, sendo que o CLA C18:2 *cis-9 trans-11* está associado a uma função antiaterogênica, no combate ao diabetes, de estímulo ao sistema imune (Baumgard et al., 1999; McGuire & McGuire, 1999) e de inibição de doenças cardiovasculares (Evans et al., 2002). Segundo Bomfim (2006) a suplementação da dieta com baixo teor de fibra de cabra leiteiras com óleo de soja resulta em um leite com gordura de maior potencial funcional para a nutrição e saúde humana.

É importante ressaltar que o ambiente ruminal é responsável por algumas transformações nos lipídios insaturados da dieta, alterando com isso sua composição inicial e, conseqüentemente, o perfil de ácidos graxos que chega ao duodeno, sendo essas alterações decorrentes, principalmente, dos processos de lipólise, isomerização e biohidrogenação. Entretanto, a biohidrogenação pode não proporcionar a disponibilidade dos ácidos graxos insaturados, principalmente os precursores do CLA, para absorção no intestino delgado, por ser um mecanismo que converte os ácidos graxos insaturados a saturados, a menos que este processo seja interrompido, gerando ácidos graxos insaturados intermediários.

Surge, nesse momento, a necessidade de proteger o óleo da completa biohidrogenação lançando mão de artifícios nutricionais como, por exemplo, reduzindo do pH do ambiente ruminal, ao submeter os animais a uma dieta com alto nível de concentrado.

A extensão da biohidrogenação ruminal é sensível ao pH, uma vez que a redução do pH no rúmen desfavorece o crescimento das bactérias de gram positivo, as principais responsáveis pelo processo da biohidrogenação. A queda do pH, decorrente da alta

concentração de carboidratos não-estruturais na dieta, reduz principalmente a lipólise, que é um passo anterior a biohidrogenação e, segundo Demeyer & Doreau (1999), também afeta a etapa final da biohidrogenação, pelo qual o C18:1 *trans* é convertido a ácido esteárico. Contudo, o resultado é um maior escape de ácidos graxos insaturados do rúmen, como o CLA e seus precursores.

É suposto por Palmquist e Jenkins (1980) que as bactérias celulolíticas sejam os microrganismos responsáveis pela biohidrogenação ao considerar que o crescimento dessas bactérias e a biohidrogenação são reduzidos, simultaneamente, com a presença de óleo insaturado em pH mais baixo no rúmen. No entanto, esses dois fatores atuando no rúmen favorecem as bactérias *Butirivibrio Fibrisolvens*, que promovem a isomerização do ácido linoléico, preferencialmente para as formas de ácido linoléico conjugado (Kepler et al., 1966; Parodi, 1997), o que é interessante.

O ácido linoléico conjugado (CLA) no leite de ruminantes, é originado a partir do CLA resultante da parcial biohidrogenação ruminal do ácido linoléico e da síntese endógena a partir da ação da enzima $\Delta 9$ -dessaturase sobre o C18:1 *trans* 11 na glândula mamária, outro ácido graxo intermediário da biohidrogenação ruminal (Lawson et al., 2001).

Sabe-se que o CLA é pouco produzido no rúmen, isso releva a importância de um maior aporte dos precursores do CLA, no intestino delgado, já que grande parte do CLA do leite é produzido endogenamente, na glândula mamária pela enzima $\Delta 9$ -dessaturase.

Objetivando melhorar a qualidade da gordura do leite, estratégias nutricionais, com a finalidade de alterar a hidrogenação microbiana, podem, portanto, ser utilizadas, envolvendo a adição de substratos lipídios insaturados na ração dos animais associada à redução do pH do ambiente ruminal, que poderá ser obtido quando da utilização de dietas que apresentam menor proporção de volumoso em relação à porção concentrada da dieta. Assim, espera-se que esses dois fatores atuando conjuntamente consigam promover a inibição das bactérias de gram positivo, causando redução e/ou desvio das rotas usuais de biohidrogenação ruminal (Grinari et al., 1998; Van Nevel & Demeyer, 1996).

Com o intuito de conhecer melhor sobre a presença do lipídio e sua composição, na dieta de cabras leiteiras, essa pesquisa estuda três fontes de óleo vegetal: soja, canola e palmiste, as quais apresentam variação quanto ao perfil em ácidos graxos insaturados.

O óleo de soja e de canola, como a maioria dos óleos vegetais, apresentam elevado percentual de ácidos graxos insaturados, como os ácidos oléico, linoléico e linolênico, que são líquidos à temperatura ambiente, mas diferenciam-se, principalmente, pela predominância dos ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, respectivamente. Em contraste, o óleo de palmiste caracteriza-se pela grande composição em ácidos graxos saturados, conferindo a este um maior ponto de fusão, que em temperatura ambiente se encontra em estado sólido.

O óleo de palmiste é extraído da porção interna da amêndoa do fruto da palmeira oleaginosa *Elaeis guineensis*. Apesar de ser obtido do mesmo fruto da palmeira este óleo apresenta elevada concentração em ácidos graxos de cadeia curta (C12:0, C14:0) característica que o diferencia do óleo de palma, rico em ácido esterárico (C16:0) (Agropalma, 2008).

Objetiva-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes fontes de lipídio sobre o perfil de ácidos da digesta omasal (fluxo) e a biohidrogenação no rúmen.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 21 de Setembro a 16 de Dezembro de 2006. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

O estudo considerou a avaliação e comparação dos efeitos da adição à dieta de três fontes lipídicas (Óleo de soja-*Glycine max*, de palmiste-*Elaeis guineensis* e de canola-*Brassica napus*) que apresentam perfis distintos em ácidos graxos. Essas fontes lipídicas foram definidas, considerando a composição do seu perfil em ácidos graxos, de forma a apresentar variações nos teores de ácidos graxos, sendo um deles rico em C18:2, outro em C12:0 e outro em C18:1 (um poliinsaturado, um monoinsaturado e outro saturado de cadeia curta) (Tabela 1). As fontes de óleo foram incluídas em 2,3% na matéria seca (MS) total.

E foi tomada como base o perfil lipídico dos óleos que consta na Tabela 1, pesquisados em sites de empresas, mas posteriormente uma única amostra de cada óleo foram enviadas para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) em Piracicaba - SP, onde foram feitas as análises cromatográficas

do seu perfil lipídico (Tabela 2), como descrito na metodologia do Capítulo 3, desta dissertação. Foram enviadas também para Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” as amostras dos outros ingredientes da dieta (farelo de soja e fubá de milho), para serem feitas análises do seu perfil lipídico em cromatografia (tabela 2).

Utilizando os dados de composição dos ácidos graxos dos lipídios dos ingredientes foram feitos os cálculos para obter a composição dos ácidos graxos do lipídio das dietas experimentais, levando em consideração a proporção de cada ingrediente nas dietas (Tabela 6).

Além das dietas suplementadas com óleo, foi elaborada uma quarta dieta para se avaliar os efeitos nos processos digestivos quando da ausência de suplementação lipídica, e considerada no estudo como uma dieta controle.

Tabela 1- Composição em ácidos graxos das fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais*

Ácidos Graxos (AG)	Fontes de lipídio (% dos AG)		
	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	% do óleo presente na dieta		
Ácido caprílico (C8:0)	-	-	4,00
Ácido cáprico (C10:0)	-	-	5,00
Ácido láurico (C12:0)	-	-	45,00
Ácido mirístico (C14:0)	0,07	-	15,00
Ácido palmítico (C16:0)	10,90	4,5	10,00
Ácido esteárico (C18:0)	3,07	2,50	1,50
Ácido araquídico (C20:0)	0,33	0,60	0,150
Total saturados	14,37	7,60	80,65
Ácido palmitoléico (16:1)	0,10	-	-
Ácido oléico (C18:1 n9)	19,88	59,70	16,35
Ácido eicosenoico (C20:1)	-	2,20	-
Total monoinsaturados	19,98	61,90	16,35
Ácido linoléico (C18:2 n6)	59,32	22,00	2,00
Ácido linolênico (C18:3 n3)	6,33	8,50	1,00
Total poliinsaturados	65,65	30,50	3,00

O ácido graxo caprílico (C6:0) não foi encontrado na composição de nenhum dos óleos
 - = ausente na composição

Para avaliar os efeitos das dietas sobre o metabolismo animal utilizou-se um delineamento em quadrado latino balanceado 4 x 4 em duplicata. Oito cabras leiteiras, não-lactantes e fistuladas no rúmen foram utilizadas como unidades experimentais. Os

* Campestre Ind. e Com. de Óleos Vegetais LTDA, 2008

animais foram inicialmente identificados e medicados contra endo e ectoparasitas sendo então vacinados contra tétano e posteriormente fistuladas no rúmen para fixação de cânulas medindo 2,5”.

Tabela 2 - Perfil dos ácidos graxos do óleo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Ingredientes					
		Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola
		% do óleo presente no ingrediente					
C8:0		0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00
C10:0	Cáprico	0,23	0,01	0,00	0,08	3,55	0,06
C11:0		0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00
C12:0	Láurico	0,78	0,02	0,03	0,01	40,20	0,01
C13:0		3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C13:0 iso		1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	Mirístico	0,76	0,10	0,27	0,09	16,11	0,07
C14:0 iso		0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C15:0	Pentadecanóico	0,45	0,01	0,07	0,01	0,02	0,02
C15:0 anteiso		0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
C15:0 iso		0,04	0,14	1,23	0,00	0,00	0,01
C16:0	Palmítico	36,30	15,31	17,96	11,55	12,50	4,91
C16:0 iso		0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01
C17:0	Heptadecanóico	5,08	0,10	0,75	0,06	0,01	0,04
C18:0	Estearíco	5,08	2,27	4,33	3,21	2,20	2,51
Saturados		49,15	17,99	24,73	15,03	78,19	7,64
C12:1		0,00	0,01	0,07	0,00	0,05	0,00
C16:1 <i>c</i> 9		0,26	0,17	0,16	0,09	0,02	0,24
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,00	0,03	0,04	0,04	0,00	0,04
C18:1 <i>c</i> 9	Oléico	3,31	31,68	15,61	19,83	18,39	57,48
C18:1 <i>c</i> 11		0,58	1,37	0,00	1,30	0,00	3,66
C18:1 <i>c</i> 12		0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	1,29
C18:1 <i>c</i> 13		0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Total C18:1 <i>cis</i>		16,94	78,95	66,56	76,33	21,66	82,21
C24:1		0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
Monoinsaturados		17,19	79,16	66,87	76,46	21,73	82,49
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12		13,05	45,90	50,95	54,78	3,26	19,78
C22:2		0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
C18:3 <i>n</i> 3	α -Linolênico	0,99	0,00	0,00	7,61	0,00	7,76
C18:3 <i>n</i> 6	γ -Linolênico	23,12	1,26	6,16	0,32	0,00	0,63
Poliinsaturados		37,16	47,16	57,17	62,71	3,26	28,17
Outros		9,55	1,59	2,19	0,59	0,09	1,48

t = *trans*; c = *cis*

Não foram encontrados nenhum dos ácidos graxos C18:1 *trans*

Após um período de 7 a 10 dias, procedeu-se à substituição das cânulas por outras de 3” para facilitar o procedimento da coleta. Durante todo o período experimental os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 2 m² com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais, adaptadas para coleta total de fezes e urina. Apenas nos períodos de adaptação às dietas experimentais, permitiu-se, diariamente, o acesso dos animais a um solário coletivo durante 1 hora no período da manhã.

As dietas experimentais, apresentaram composição similar às de um experimento conduzido, simultaneamente, com animais em produção de leite pela Embrapa Caprinos, Sobral- CE (Bomfim et al., 2006a; Bomfim et al., 2006b; Bomfim et al., 2006c), sendo que o atual experimento tem como objetivo simular o comportamento das características digestivas dessa dieta. As concentrações de nutrientes atenderam, portanto, às recomendações do AFRC (1993) para cabras em lactação, sendo que a composições em proteína bruta e energia líquida foram mantidas constantes em todas as dietas (16%PB e 2,14 Mcal.kg⁻¹, respectivamente).

As concentrações em fibra das dietas foram mantidas constantes por meio da oferta de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) como forrageira exclusiva e corresponderam a 25% de FDN oriunda da forragem. O fubá de milho (*Zea mays*, L.) foi utilizado como principal fonte de energia fermentescível disponível nas dietas, acrescidas de fontes minerais. A suplementação de óleos às dietas foi de 2,3% na base da matéria seca em substituição ao milho.

A proporção volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 32:68, em matéria seca, conforme dados apresentados na Tabela 3. Nas Tabelas 4 e 5 constam, respectivamente, as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais.

Cada período experimental teve duração de 25 dias (15 dias para adaptação dos animais às rações e 10 dias de coleta de amostras). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30 e receberam uma mistura completa de feno de capim-tifton-85 e mistura concentrada, em quantidade suficiente para que houvesse 10% de sobras para garantia de consumo *ad libitum* de alimentos pelos animais.

Para determinação do perfil de ácidos graxos dos alimentos e sobras, os ácidos graxos metil esterificados foram obtidos pelo método descrito por Rodrigues-Ruiz et al. (1998). Em seguida, o perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa utilizando-se uma coluna capilar de 100 m de sílica fundida (CP-Sil 88), hidrogênio como gás de arraste (1,0 mL/min), detector de ionização de chama (FID), temperatura

Tabela 3 - Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingrediente	Dieta (% MS)			
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
Capim-tifton 85 (Feno)	31,77	31,87	31,87	31,87
Milho (fubá)	51,69	48,52	48,52	48,52
Farelo de soja	14,93	15,69	15,69	15,69
Óleo de Soja	-	2,30	-	-
Óleo de Canola	-	-	2,30	-
Óleo de Palmiste	-	-	-	2,30
Minerais ¹	1,61	1,51	1,51	1,51

¹Mistura macromineral: 66% de fosfato bicálcico, 44% de calcário calcítico; 95,78% de cloreto de sódio; mistura micromineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio.

Tabela 4 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingredientes					
	Capim-tifton 85 (Feno)	Milho (Fubá)	Farelo de soja	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Palmiste
	Composição					
MS (g.kg ⁻¹)	903,34	881,40	885,22	1000,00	1000,00	1000,00
MO (g.kg ⁻¹)	849,42	870,00	821,50	1000,00	1000,00	1000,00
PB (g.kg ⁻¹)	130,63	87,54	488,28	-	-	-
EE (g.kg ⁻¹)	14,05	39,87	19,47	999,00	999,00	999,00
CT (g.kg ⁻¹)	801,40	861,19	428,53	-	-	-
CNF (g.kg ⁻¹)	66,42	649,61	200,70	-	-	-
FDN (g.kg ⁻¹)	777,83	224,78	243,15	-	-	-
FDNc (g.kg ⁻¹)	772,34	212,60	228,30	-	-	-
FDNcp (g.kg ⁻¹)	722,20	211,58	227,84	-	-	-
FDA (g.kg ⁻¹)	354,23	24,48	128,53	-	-	-
FDAi (g.kg ⁻¹)	115,31	7,02	4,19	-	-	-
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	455,07	570,63	113,85	-	-	-
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	69,49	24,92	5,92	-	-	-
LDA (g.kg ⁻¹)	38,78	4,29	4,21	-	-	-
FDAi:LDA	2,97	1,63	1,00	-	-	-
Cinzas (g.kg ⁻¹)	53,92	11,40	63,72	-	-	-
Ca (g.kg ⁻¹)	2,60	0,12	2,28	-	-	-
P (g.kg ⁻¹)	3,75	2,31	5,38	-	-	-
	Valor estimado de energia disponível					
NDT (%)	70,69	93,61	86,30	222,52	222,52	222,52
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,70	3,72	3,39	9,46	9,46	9,46
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,36	3,38	3,06	0,00	0,00	0,00
EL (Mcal.kg ⁻¹)	1,76	2,37	2,18	5,80	5,80	5,80

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

Tabela 5 - Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Dietas	
	Controle	Suplementadas com Óleo
	Composição	
MS (g.kg ⁻¹)	890,66	892,13
MO (g.kg ⁻¹)	843,40	845,64
PB (g.kg ⁻¹)	159,65	160,71
EE (g.kg ⁻¹)	27,98	49,65
CT (g.kg ⁻¹)	765,11	743,15
CNF (g.kg ⁻¹)	388,22	370,51
FDN (g.kg ⁻¹)	399,60	395,10
FDNcp (g.kg ⁻¹)	373,40	369,10
FDNf (g.kg ⁻¹)	248,90	248,90
FDA (g.kg ⁻¹)	144,38	144,94
FDAi (g.kg ⁻¹)	40,90	40,81
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	331,98	322,93
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	358,00	352,00
LDA (g.kg ⁻¹)	15,20	15,10
Cinzas (g.kg ⁻¹)	47,26	46,48
Ca (g.kg ⁻¹)	5,80	5,47
P (g.kg ⁻¹)	5,18	5,12
	Valor estimado de energia	
NDT (g.kg ⁻¹)	834,29	866,06
EMF (Mcal.kg ⁻¹)	2,94	3,07
EL (Mcal.kg ⁻¹) ³	2,11	2,18
EMF:PB	0,184	0,191

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF=carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

do injetor de 250°C e do detector de 300°C, e razão de injeção das amostras de 50:1. O protocolo de corrida iniciou com 70°C e foi mantido por quatro minutos, depois elevou 13°C/min até 175°C e foi mantido por mais 27 minutos, seguido por mais uma elevação de 4°C/min até 215°C e manutenção por mais nove minutos, e finalmente nova elevação de 7°C/min até 230°C e manutenção por mais cinco minutos, totalizando 65 min.

Para a análise do perfil de ácidos graxos das amostras de omaso, os lipídios foram extraídos das amostras seguindo o protocolo descrito por Shingfield et al. (2003). Para isso, 100 mg de amostra foi misturada com 0,5 mL de água e 1 mL de padrão interno dissolvido em etanol (2 mg C19:0/mL), e acidificada com HCl 2 molar até pH 2. A seguir, os lipídios foram extraídos duas vezes com 4 mL de solução de Radin (3 partes de hexano para 2 partes de isopropanol, v/v). Os extratos solúveis em hexano foram combinados, lavados com água Millipore e secos com sulfato de sódio. Após a

evaporação do hexano com corrente de nitrogênio, a fração lipídica foi metilada com uma solução básica de metóxido de sódio, segundo Christie (1982), com as adaptações de Chouinard; Girard e Brisson (1998). O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa utilizando-se uma coluna capilar de 200 m de sílica fundida (Varian CP-2571), hidrogênio como gás de arraste (1,8mL/min), detector de ionização de chama (FID), temperatura do injetor e detector de 250°C e 300°C, respectivamente, e razão de injeção das amostras de 20:1. O protocolo de corrida para os ácidos graxos iniciou com 100°C e foi mantido por sete minutos, depois elevou 10°C/min até 165°C e foi mantido por mais cinco minutos, seguido por mais uma elevação de 0,5°C/min até 210°C e manutenção por mais 10 minutos, e finalmente nova elevação de 5°C/min até 240°C e manutenção por mais cinco minutos.

A identificação dos ácidos graxos se deu por comparação de seus tempos de retenção com os observados em padrões comerciais (C4-C22), como o 18919-1AMP – SUPELCO, metil éster da mistura de 37 ácidos graxos, e uma manteiga padrão (CRM 164 - Commission of the European Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium). Os ácidos graxos mais importantes foram identificados através de padrões comerciais puros: 05632 – SIGMA, metil-éster da mistura dos ácidos linolêicos conjugados *cis-9 trans-11* e *trans-10 cis-12*; V1381 – SIGMA, metil-éster do ácido vaccênico; D2659 – SIGMA, metil-éster do ácido docosaheptaenóico *cis-4, 7, 10, 13, 16, 19* (DHA); E2012 – SIGMA, metil-éster do ácido eicosapentaenóico *cis-5, 8, 11, 14, 17* (EPA). A manteiga de referência padrão (CRM 164) também foi utilizada para determinar os fatores de recuperação de ácidos graxos de cadeia curta.

Para calcular o coeficiente de desaparecimento (TD) dos ácidos graxos no rúmen, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TD (\%) = \frac{(AG_{\text{consumido}} - AG_{\text{Gomaso}})}{EE_{\text{consumido}}} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância, com o auxílio do programa SAS (1999). As médias foram comparadas pelo teste de SNK, com o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Na Tabela 6 consta o perfil lipídico da ração ingerida e da digesta omasal, em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes lipídicas.

O consumo em ácidos graxos variaram significativamente entre as dietas oferecidas, e pode-se perceber que os animais não desbalancearam o perfil lipídico da dieta consumida (Tabela 6) em relação a fornecida (Tabela 6 do capítulo 1), como desejado. Dessa maneira, foi mantida a predominância dos principais ácidos graxos, como poliinsaturados, saturados e monoinsaturados, nas dietas suplementadas com óleo de soja, palmiste e canola, respectivamente, e na dieta controle, com maiores teores dos ácidos graxos poliinsaturados, diferenciando-se da dieta com óleo de soja, principalmente, nas quantidades presentes na dieta total, já que esta dieta não foi submetida à adição de óleo.

Os ácidos graxos saturados de cadeia curta cáprico, caprílico e capróico (C10:0, C8:0, C6:0) não foram ingeridos pelos animais. Embora o C10:0 esteja presente na composição da dieta, em baixos teores (0,015%), a sua quantidade na ingestão não foi significativa, e os outros dois últimos não foram detectados no perfil lipídico das dietas.

Após a hidrólise dos lipídios no rúmen por lipases dos micorganismos, os ácidos graxos (AG) insaturados podem sofrer biohidrogenação (BH), processo pelo qual as bactérias se protegem contra os efeitos nocivos que estes podem causar. A magnitude do processo de redução é variável, dependendo do tempo de retenção do material no rúmen, podendo gerar ácidos graxos completamente saturados, ou AG insaturados em função de uma biohidrogenação incompleta.

Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida e da digesta omasal (fluxo) de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes lipídicas

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Dietas						Dietas					
		Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola	CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola	CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
		% do óleo consumido						% do óleo do omaso					
C10:0	Cáprico	-	-	-	-	-	-	0,02	0,03	0,03	0,03	69,98	ns
C11:0		0,04 ^a	0,02 ^c	0,02 ^b	0,01 ^c	23,54	<0,0001	-	-	-	-	-	-
C12:0	Láurico	0,11 ^b	0,04 ^b	18,84 ^a	0,02 ^b	4,27	<0,0001	0,23	0,56	1,68	0,37	72,80	ns
C13:0		0,51 ^a	0,29 ^{bc}	0,34 ^b	0,26 ^c	16,07	<0,0001	0,14	0,10	0,14	0,09	51,52	ns
C13:0 iso		0,19 ^a	0,13 ^b	0,13 ^b	0,09 ^c	14,90	<0,0001	0,05	0,03	0,04	0,02	49,25	ns
C14:0	Mirístico	0,29 ^b	0,21 ^c	7,79 ^a	0,18 ^c	2,64	<0,0001	0,75b	1,10b	2,75a	1,08b	16,14	0,007
C14:0 iso		0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,02 ^b	22,70	<0,0001	-	-	-	-	-	-
C15:0	Pentadecanóico	0,11 ^a	0,07 ^b	0,08 ^b	0,07 ^b	13,07	<0,0001	0,64 ^a	0,48 ^{ab}	0,49a ^b	0,38 ^b	32,40	0,043
C15:0 anteiso		0,03 ^a	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	35,65	0,002	0,69	0,51	0,74	0,45	43,71	ns
C15:0 iso		1,00 ^a	0,58 ^b	0,58 ^b	0,59 ^b	16,71	<0,0001	0,28	0,26	0,33	0,20	41,57	ns
C16:0	Palmítico	22,28 ^a	15,67 ^b	17,24 ^b	12,21 ^c	8,85	<0,0001	16,61	15,67	19,16	14,34	20,52	ns
C16:0 iso		0,02 ^a	0,02 ^b	0,01 ^c	0,01 ^c	24,07	0,0003	0,19	0,12	0,22	0,15	45,92	ns
C17:0	Heptadecanóico	0,70 ^a	0,47 ^b	0,43 ^b	0,42 ^b	12,66	<0,0001	0,55 ^a	0,42 ^b	0,39 ^b	0,35 ^b	17,60	0,001
C17:0 iso		-	-	-	-	-	-	0,22 ^{ab}	0,17 ^b	0,32 ^a	0,13 ^b	43,92	ns
C18:0	Esteárico	3,92 ^a	3,79 ^a	3,27 ^b	3,41 ^b	3,90	<0,0001	67,67	61,89	62,37	57,91	20,31	ns
Saturados		29,22^b	21,32^c	48,75^a	17,30^d	5,26	<0,0001	88,01	82,00	88,18	75,87	13,34	ns

continua

continuação

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Diets				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$	Diets				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
		Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola			Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
		% do óleo consumido						% do óleo presente no omaso					
C12:1		0,06 ^a	0,03 ^b	0,06 ^a	0,03 ^b	15,29	<0,0001	0,03 ^a	0,03 ^a	0,02a ^b	0,01 ^b	50,17	0,023
C16:1 c9		0,14 ^b	0,12 ^{bc}	0,10 ^c	0,18 ^a	22,27	0,036	0,28	0,21	0,28	0,20	43,82	ns
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,03 ^b	0,04 ^a	0,02 ^c	0,04 ^a	17,31	<0,0001	-	-	-	-	-	-
C18:1 c11		0,10 ^c	0,62 ^b	0,08 ^c	1,81 ^a	12,97	<0,0001	0,60	0,66	0,67	0,68	30,52	ns
C18:1 c12		0,00 ^c	0,20 ^b	0,00 ^c	0,71 ^a	47,58	<0,0001	0,08	0,09	0,05	0,06	17,36	ns
C18:1 c13		0,00 ^b	0,04 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	33,27	<0,0001	-	-	-	-	-	-
C18:1 c9	Oléico	13,62 ^c	15,19 ^{bc}	17,26 ^b	34,23 ^a	9,67	<0,0001	3,57	4,07	3,44	4,00	34,32	ns
Total C18:1 cis		13,72^c	16,05^b	17,35^b	36,75^a	9,43	<0,0001	4,14	4,94	4,14	4,29	17,05	ns
C18:1 t11	Vacênico	-	-	-	-	-	-	4,44 ^b	9,86 ^a	4,44 ^b	4,70 ^b	48,64	0,006
C18:1 t16		-	-	-	-	-	-	0,40	0,49	0,48	0,42	27,60	ns
C18:1 t6-9		-	-	-	-	-	-	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	3,30 ^a	269,82	0,012
Total C18:1 trans		-	-	-	-	-	-	4,76^c	9,71^b	4,98^c	12,21^a	1,24	0,011
C24:1		0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,02 ^b	17,81	0,0003	-	-	-	-	-	-
Monoinsaturados		13,97^c	16,26^b	17,54^b	37,03^a	9,35	<0,0001	9,85	13,44	10,00	14,40	37,50	ns
C18:2 c9 c12	Linoléico	44,67 ^b	50,95 ^a	26,48 ^d	33,71 ^c	3,61	<0,0001	1,42	1,22	1,14	1,06	32,06	ns
C22:2		0,05 ^a	0,03 ^b	0,03 ^b	0,03 ^b	21,75	<0,0001	-	-	-	-	-	-
C18:3 n3	α -Linolênico	0,02 ^b	3,74 ^a	0,06 ^b	4,39 ^a	31,68	<0,0001	0,04	0,08	0,07	0,06	65,69	ns
C18:3 n6	γ -Linolênico	8,99 ^a	5,61 ^b	5,36 ^b	5,15 ^b	12,39	<0,0001	0,47	0,54	0,53	0,72	41,96	ns
Poliinsaturados		53,73^b	60,33^a	31,93^d	43,28^c	5,56	<0,0001	1,92	1,71	1,73	1,79	12,95	ns
Insaturados		67,71^c	76,59^b	49,35^d	80,31^a	2,31	<0,0001	11,11^c	16,75^b	11,08^c	19,85^a	10,99	0,007
C18:1 t11/(C18:2 + C18:3) *		-	-	-	-	-	-	0,08 ^b	0,17 ^a	0,14a ^b	0,11 ^{ab}	42,63	0,043
Outros		3,08	2,09	1,78	2,39	-	-	0,76	0,74	0,73	0,63	-	-
		g.d ⁻¹						g.d ⁻¹					
CEE		28,20	51,61	46,79	57,45	-	-	28,20	51,61	46,79	57,45	-	-

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; - = ausência de ácido graxo; t = *trans*; c = *cis*; CEE = consumo de extrato etéreo; AG *trans* não são encontrados em óleos vegetais.

* O C18:1 t11 é do óleo do omaso e o C18:2 + C18:3 são do óleo do consumido.

Quanto à eficiência de conversão dos ácidos graxos do óleo consumido C18:2 e C18:3 em C18:1 *trans*-11 no rúmen, foi possível perceber que houve influência da fonte de óleo da dieta ($P>0,05$), sendo que a suplementada com óleo de soja foi superior à controle.

Pesquisadores que estudaram a influência dos AGs na constituição lipídica do leite afirmam que a utilização de suplementação lipídica com altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, mostrou-se bastante eficaz no aumento da concentração de CLA e outros ácidos graxos insaturados na gordura do leite (Oliveira et al., 2004). E Abughazaleh et al. (2003) complementa dizendo que o fornecimento de fontes de óleo com alta proporção de ácido linoléico pode efetivamente aumentar a concentração de produção de C18:1 *trans*-11 e C18:2 *cis*-9 *trans*-11 no leite. A presença em maior proporção dos ácidos graxos poliinsaturados e o do linoléico podem ser encontradas no perfil lipídico do óleo de soja, e no atual experimento, a dieta que foi suplementada com esse óleo apresentou maior produção do principal precursor (C18:1 *trans*-11) do CLA endógeno, na digesta omasal (Tabela 6) e melhor eficiência de conversão dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 em C18:1 *trans*-11 no rúmen (Tabela 6).

Esse resultado justifica a pesquisa de Bomfim et al. (2006) que analisou o leite das cabras submetidas às dietas suplementadas com duas fontes lipídicas (palmiste e soja) e com as mesmas características do experimento atual (2,3% de óleo na MS da dieta total e relação v:c de 30:70), na qual foi observada o aumento do teor de CLA no leite com o uso do óleo de soja na dieta dos animais. Vale chamar a atenção para o resultado com o uso do óleo de palmiste na dieta, que também apresentou aumento no teor de CLA no leite, embora não tenha sido esperado o ocorrido porque os precursores do CLA não estão presentes em concentrações significativas nesta fonte de óleo, embora tenha sido percebida uma tendência de aumento na produção desse precursor no rúmen com o óleo de palmiste (Tabela 6), indicando a necessidade de mais trabalhos nesta área, preferencialmente com alimentos que apresentem características do óleo de palmiste.

Na tabela 7 encontra-se os coeficientes de desaparecimento dos AGs no rúmen de cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes de lipídios. Esses dados dão suporte para avaliar a ocorrência da biohidrogenação em função do aparecimento dos AG saturados (BH total) no rúmen, total e o C18:0, e/ou o desaparecimento do total dos insaturados, principalmente total de C18:1 *trans* (biohidrogenação parcial).

A intensidade da biohidrogenação foi maior sobre os ácidos graxos presentes na ração oferecida sem a suplementação em lipídios ao se considerar um maior desaparecimento de AG saturados (45%). É possível que uma menor quantidade de óleo disponível no rúmen permita um aumento da eficiência do processo de biohidrogenação sobre a fração lipídica. Outra consideração a ser feita é que o óleo presente naquele material é parte integrante de grãos e forrageiras, diferindo do óleo suplementar que se dispersa no ambiente do rúmen não se apresentando como parte da fração particulada. Deve-se lembrar que a maior parte das bactérias são encontradas aderidas à partículas quando de seu isolamento no material ruminal

Dentre as dietas suplementadas com óleo, as mais insaturadas como a soja e a canola apresentaram maior desaparecimento do AG insaturados (70% em ambas) do que aquela suplementada com óleo de palmiste e maior aparecimento dos AG saturados no rúmen (5,41 e 27,71 %) *versus* a com óleo de palmiste, caracterizando a maior BH em ambas, sendo que na canola ocorreu em maior proporção a BH tanto parcial quanto a completa, por obter os maiores valores para o surgimento dos AGs saturados e dos C18:1 *trans*. Foi esperado o menor resultado da óleo de palmiste, por ser mais saturada.

Dentre as dietas suplementadas com óleo, as mais insaturadas como a soja e a canola apresentaram maior desaparecimento do AG insaturados (70% em ambas) do que aquela suplementada com óleo de palmiste e maior aparecimento dos AG saturados no rúmen (5,41 e 27,71 %) *versus* a com óleo de palmiste, caracterizando a maior BH em ambas, sendo que na canola ocorreu em maior proporção a BH tanto parcial quanto a completa, por obter os maiores valores para o surgimento dos AGs saturados e dos C18:1 *trans*. Foi esperado o menor resultado da óleo de palmiste, por ser mais saturada.

Observa-se que os principais AGs biohidrogenados foram o ácido linolênico (C18:3 n6), o ácido linoléico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12) e o ácido oléico (C18:1 *cis*-9) apresentando médias de desaparecimento de 5,94, 38,31 e 18,20%, respectivamente, tendo como o maior produto da biohidrogenação completa o ácido esteárico, enquanto que o aparecimento dos óleos *trans* tais como o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) (2,86%) e o ácido C18:1 *trans*-6-9 (4,57%) representando os produtos intermediários da biohidrogenação. É curioso ressaltar que apenas a dieta com óleo de canola produziu o último AG, sugerindo constar na composição do óleo de canola, o principal precursor do ácido C18:1 *trans*-6-9 na biohidrogenação, e é possível que seja o ácido C18:1 *cis*-9 (ácido oléico), já que dentre os AGs desaparecidos, o C18:1 *cis*-9 encontra-se com um

Tabela 7 - Coeficiente de desaparecimento dos ácidos graxos no rúmen, em porcentagem do óleo consumido, de cabras leiteiras alimentadas com dietas apresentando fontes lipídicas distintas

Ácidos Graxos	Denominação dos mais comuns	Dietas				CV (%)	Pr ≥ F _{cal}
		Controle	Óleo de Soja	Óleo de Palmiste	Óleo de Canola		
Coeficiente de desaparecimento dos AG (% do óleo consumido)							
C10:0	Cáprico	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-103,38	ns
C11:0		0,04 ^a	0,02 ^c	0,02 ^b	0,01 ^c	23,53	<0,0001
C12:0	Láurico	-0,08 ^a	-0,28 ^b	18,27 ^b	-0,27 ^b	11,42	<0,0001
C13:0		0,36	0,26	0,27	0,20	51,88	ns
C13:0 iso		0,14 ^a	0,12 ^a	0,11 ^{ab}	0,08 ^b	31,25	ns
C14:0	Mirístico	-0,30 ^b	-0,29 ^b	6,48 ^a	-0,51 ^b	59,97	<0,0001
C14:0 iso		0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,02 ^b	22,70	0,001
C15:0	Pentadecanóico	-0,52	-0,08	-0,16	-0,15	-193,52	ns
C15:0 anteiso		-0,70	-0,14	-0,34	-0,25	-140,96	ns
C15:0 iso		0,79 ^a	0,50 ^b	0,42 ^b	0,47 ^b	24,42	0,0006
C16:0	Palmitico	7,60	10,58	8,23	4,18	123,00	ns
C16:0 iso		-0,14	-0,02	-0,10	-0,08	-121,90	ns
C17:0	Heptadecanóico	0,18	0,34	0,24	0,22	141,72	ns
C17:0 iso		-0,21	-0,05	-0,16	-0,08	-100,30	ns
C18:0	Estearico	-52,77	-16,38	-26,25	-31,54	-114,51	ns
Saturado		-45,60	-5,41	7,04	-27,71	-265,33	ns
C12:1		0,04 ^b	0,03 ^c	0,05 ^a	0,03 ^c	27,77	0,0005
C14:1 c9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ns
C16:1 c9		-0,13	0,05	-0,04	0,07	-1932,93	ns
C17:1	<i>Cis</i> 10heptadenóico	0,03 ^b	0,04 ^a	0,02 ^c	0,04 ^a	17,31	<0,0001
C18:1 c11		-0,32 ^c	0,41 ^b	-0,21 ^c	1,46 ^a	82,00	<0,0001
C18:1 c12		-0,03 ^c	0,16 ^b	-0,02 ^c	0,68 ^a	52,73	<0,0001
C18:1 c13		0,00 ^b	0,04 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	33,27	<0,0001
C18:1 c9	Oléico	11,07 ^c	13,88 ^{bc}	15,69 ^b	32,16 ^a	15,58	<0,0001
Total C18:1 cis		10,72^c	14,50^b	15,46^b	34,30^a	16,03	<0,0001
C18:1 t11	Vacênico	-3,69	-3,32	-2,05	-2,39	-90,21	ns
C18:1 t16		-0,25	-0,17	-0,23	-0,23	-70,56	ns
C18:1 t6-9		0,00	0,00	0,00	-4,57	-376,55	ns
Total C18:1 trans		-3,94	-3,49	-2,28	-7,19	-131,06	ns
C24:1		0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,02 ^b	17,81	0,0003
Monoinsaturado		6,75^b	11,14^b	13,22^b	27,27^a	56,17	0,0018
C18:2 c9 c12	Linoléico	43,58 ^b	50,56 ^a	25,95 ^d	33,15 ^c	3,45	<0,0001
C22:2		0,05 ^a	0,03 ^b	0,03 ^b	0,03 ^b	21,75	<0,0001
C18:3 n3	α-Linolênico	0,01 ^b	3,71 ^a	0,04 ^b	4,38 ^a	31,76	<0,0001
C18:3 n6	γ-Linolênico	8,46 ^a	5,43 ^b	5,12 ^b	4,73 ^b	12,98	<0,0001
Poliinsaturado		52,09^b	59,72^a	31,15^d	42,28^c	5,32	<0,0001
Outros		2,40	1,85	1,42	2,04	-	-
----- (g.d ⁻¹) -----							
CEE		26,92	43,78	41,77	48,17	-	-

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV=coeficiente de variação; - = ausência de ácido graxo; t = *trans*; c = *cis*; CEE = consumo de extrato etéreo. Os valores negativos indicam o coeficiente de aparecimento no rúmen

coeficiente de desaparecimento 138% maior para o óleo de canola *versus* as outras fontes de óleo. Neste caso, nota-se que os AGs C18:1 *cis*-9 e o C18:1 *trans*-6-9 são isômeros e, obviamente, apresentam a mesma quantidade de dupla ligação, evidenciando que a maior parte do AG C18:1 *cis*-9 no óleo de canola não sofreu redução com a BH, apenas passou pelo processo anterior a biohidrogenação que é a isomerização, realizada pela enzima isomerase bacteriana, convertendo a dupla ligação *cis* para *trans*.

O C18:2 *cis*-9 *trans*-11 é o principal isômero de CLA presente na carne e no leite de ruminantes, mas sua concentração, assim como do C18:2 *trans*-10 *cis*-12 e outros isômeros, varia dependendo da fonte de óleo na dieta que os animais estão consumindo (Pariza et al., 2001). O CLA é produzido no rúmen pela ação de bactérias específicas como a *Butyrovibrio fibrisolvens*, através da isomerização de alguns ácidos, sendo o ácido linoléico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12) um dos principais precursores (Evans et al., 2002). Embora o ácido linoléico tenha desaparecimento significativamente do rúmen, por biohidrogenação ou isomerização, sendo a óleo de soja superior aos outros tratamentos (50,56%), não foi detectado nenhum ácido linoléico conjugado (CLA).

Mas de acordo com Griinari et al. (2000) e Corl et al. (2001), apesar do CLA ser um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico, seu maior aparecimento tanto no leite quanto no lipídio dos tecidos é devido a síntese endógena, o que envolve a ação da enzima Δ -9 dessaturase sobre o C18:1 *trans*-11 (ácido vacênico), outro intermediário da biohidrogenação ruminal. Na atual pesquisa o total de ácidos graxos C18:1 *trans*-11 mostraram-se como o maior produto da biohidrogenação incompleta (Tabela 7), biologicamente, constatou-se o óleo de soja superior aos outros lipídios, já que estatisticamente não foi significativo, possivelmente por causa do alto CV. Corl et al. (2001) afirmam que apesar do rúmen fornecer menor proporção de C18:2 *cis*-9 *trans*-11, ainda é de grande importância como fornecedor de C18:1 *trans*-11, servindo como substrato para síntese endógena de CLA.

A concentração de ácidos graxos C18:1 *trans* no leite de vacas é por vezes relacionada com uma redução na produção de gordura no leite (Griinari et al. 2000), como relatam os pesquisadores Wonsil et al. (1994) e Focant et al. (1998) que vacas consumindo dietas suplementadas com gorduras contendo C18:1 *trans* ou dietas que estimulem a produção de grandes quantidades de C18:1 *trans* no rúmen, podem causar uma queda na concentração de gordura do leite. No entanto, isso não foi observado em cabras, primeiro porque na maioria das vezes o teor de gordura no leite aumenta em

resposta à suplementação lipídica (Chilliard et al., 2003) e segundo, como observado por Bomfim et al (2006), mesmo com alto consumo de AG poliinsaturados e baixo nível de fibra na dieta, a concentração de gordura no leite não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), apesar do significativo aumento na concentração de ácidos octadecenóicos *trans*-10 e 11.

Os ácidos graxos de cadeia curta cáprico caprílico e capróico além de se apresentarem deficientes na dieta, não foram formados no rúmen como produtos da degradação dos lipídios, no entanto esses ácidos graxos de cadeia curta que chegam ao leite das cabras é entendido pelas suas produções endogeneamente na glândula mamária envolvendo, no processo, as enzimas como acetil CoA carboxilase e ácido graxo sintase (Piperova et al., 2000).

Conclusões

O óleo de soja pode ser suplementado na dieta de cabras leiteiras, associado à redução do pH ruminal com o uso da maior proporção de concentrado em relação ao volumoso na dieta, como estratégia para aumentar a excreção de CLA no leite, uma vez que esta combinação apresenta maior eficiência na conversão dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 em C18:1 *trans*-11 no rúmen, sendo que este último AG é o principal precursor do CLA endógeno.

Literatura Citada

- ABUGHAZALEH, A.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HIPPEN, A.R. Milk conjugated linoleic acid response to fish oil supplementation of diets differing in fatty acid profiles. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.3, p.944–953, 2003.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 159p, 1993.
- BAUMGARD, L.; CORL, B.; DWYER, D. Identification of CLA isomer responsible for milk fat depression. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, p.118, Supplement 1, 1999.
- BOMFIM, M.A.D.; LANA, D.P.D.; FACÓ, O. ; RODRIGUES, M.T. et al. Manipulação do perfil de ácidos graxos e potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humanas. In: 9º Congresso Panamericano do Leite, 2006, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: 9º Congresso Panamericano do Leite, 2006.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, D.P.D.; FACO, O. et al. Ácidos graxos trans octadecenóico no leite de cabras, suplementadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, D.P.D.; FACO, O. et al. Potencial aterogênico da gordura do leite de cabras alimentadas com diferentes fontes de óleo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD ROM).
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1751-1770, 2003.
- CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.J. Fatty acids profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.471-481, 1998.
- CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072, 1982.
- CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A. The role of D9 - dessaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.12, n.11, p.622– 630, 2001.
- EMPRESA AGROPALMA-LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.agropalma.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- EMPRESA CAMPESTRE -LTDA. Óleo de Palmiste, Belém-PA. Disponível em < <http://www.oleodepalmiste.com.br> >. Acessado em 05 de Janeiro de 2008.
- EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; McINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.13, n.9, p.508-516, 2002.

- FOCANT, M.; MIGNOLET, E.; MARIQUE, M. The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk oxidation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.4, p.1095- 1101, 1998.
- GRIINARI, J.M., DWYER, D.A., MCGUIRE, M.A. et al. Partially hydrogenated fatty acid and milk fat depression. **Journal of Dairy Science**, 79 (Suppl. 1):177, 1996.
- GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; MCGUIRE, M.A. *Trans*-Octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.5, p.1251-1261, 1998.
- GRIINARI, M.J.; CORL, B.A.; LACY, S.H. et al. Conjugated Linoleic Acid is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by D9-Desaturase. **American Journal Society Nutrition Science**. v.62, n.4, p. 2285-2291, 2000.
- GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**. 74: 3244-3257, 1991.
- KEPLER, C.R., HIRONS, K.P., MCNEILL, J.J. et al. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal Biological Chemistry**, 241:1350-1354, 1966.
- LAWSON, R.E.; MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acids to man's diet: a review. **Nutrition Research Reviews**, v.14, p.153-172, 2001.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006.
- MCGUIRE, M.A.; MCGUIRE, M.K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, p.118, Supplement 1, 1999.
- OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Principais Aspectos Relacionados às Alterações no Perfil de Ácidos Graxos na gordura do Leite de Ruminantes (Main aspects related to changes in the profile of fatty acids in ruminant milk fat). **Archives of Veterinary Science**, printed in Brazil, v. 9, n. 1, p. 73-80, 2004.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1, 1980.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W. Turnover of lipoproteins and transfer to milk fat dietary (1-carbon-14) linoleic acid in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.61, n.4, p.561-565, 1978.
- PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, Kidlington, v.40, n.4 , p.283 – 298, 2001.
- PARODI, P.W. Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agent. **Journal of Nutrition**, 127:1055-1060, 1997.
- PIPEROVA, L.S.; TETER, B.B.; BRUCKENTAL, I. Mammary lipogenic enzyme activity, *trans* fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat depressing diet. **Journal of Nutrition, Bethesda**, v.130, n.12, p.2568-2574, 2000.

- RODRIGUES-RUIZ, J.; BELARBI, H.; SÁNCHEZ, J.L.G.; ALONSO, D.L.; Rapid simultaneous lipid extraction and transesterification for fatty acid analyses. **Biotechnology Techniques**, Surrey, v.12, n.9, p.689-691, 1998.
- SHINGFIELD et al. Effect of dietary fish oil on biohydrogenation of fatty acids and milk fatty acid content in cows. **Animal Science**. v.77, p.165-179, 2003.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User's Guide: Statistics. Version 8.0. NC: **SAS INSTITUTE**, 1999.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition, Development, Pans**, v.36, n. 3, p.53-63, 1996a.
- WONSIL, B.J.; HERBEIN, J.H.; WATKINS, B.A. Dietary and ruminally derived *trans*-C18:1 fatty acids alter bovine milk lipids. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.124, n. 3, p.556-565, 1994.

Apêndices

Apêndice A

Tabela 1A - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T1 = dieta controle; T2 = dieta suplementada com óleo de soja; T3 = dieta suplementada com óleo de palmiste e T4 = dieta suplementada com óleo de canola) e valores referentes ao peso vivo (PV) e ao consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de unidade de tamanho metabólico (CMSUTM)

A	T	P	Q	PV	CMS	CMSPV	CMSUTM
2704	2	1	1	40,80	1073,213	2,630	66,480
2704	1	2	1	46,30	1033,378	2,232	58,220
2704	3	3	1	47,40	710,393	1,499	39,325
2704	4	4	1	47,30	717,096	1,516	39,759
2874	1	1	1	47,00	902,848	1,921	50,297
2874	2	2	1	58,80	1158,393	1,970	54,554
2874	4	3	1	61,50	1224,354	1,991	55,751
2874	3	4	1	65,70	843,999	1,285	36,574
2887	4	1	1	42,00	1288,811	3,069	78,118
2887	3	2	1	43,30	920,069	2,125	54,507
2887	2	3	1	45,60	819,007	1,796	46,673
2887	1	4	1	46,10	871,763	1,891	49,275
2758	4	1	1	47,97	714,228	1,489	39,186
2758	3	2	1	54,90	937,829	1,708	46,499
2758	1	3	1	53,80	946,092	1,759	47,626
2758	2	4	1	54,60	341,895	0,626	17,022
2802	1	1	2	39,40	1008,341	2,559	64,119
2802	3	2	2	38,70	943,486	2,438	60,807
2802	4	3	2	47,80	1161,433	2,430	63,889
2802	2	4	2	51,30	1186,083	2,312	61,877
3122	3	1	2	37,50	915,586	2,442	60,419
3122	1	2	2	43,20	1129,824	2,615	67,050
3122	2	3	2	42,50	883,081	2,078	53,053
3122	4	4	2	47,00	352,243	0,749	19,623
2726	4	1	2	50,90	909,710	1,787	47,738
2726	2	2	2	51,10	786,686	1,540	41,161
2726	3	3	2	52,20	627,404	1,202	32,307
2726	1	4	2	50,20	444,067	0,885	23,546
2421	2	1	2	57,00	535,593	0,940	25,818
2421	4	2	2	51,70	1099,431	2,127	57,023
2421	1	3	2	53,50	1097,486	2,051	55,480
2421	3	4	2	56,90	701,325	1,233	33,852

Tabela 2A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.dia⁻¹, aos consumos de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) e ao consumo de energia líquida (CEL), em mcal.dia⁻¹

A	T	P	Q	CFDN	CPB	CEE	NDT	CEL
2704	2	1	1	352,389	176,686	53,262	985,474	2,261
2704	1	2	1	322,695	168,522	31,527	845,419	2,116
2704	3	3	1	248,914	114,790	33,196	617,875	1,497
2704	4	4	1	244,060	115,318	35,279	620,616	1,511
2874	1	1	1	309,439	147,766	23,910	702,162	1,849
2874	2	2	1	355,081	189,480	62,290	980,403	2,441
2874	4	3	1	391,686	198,871	61,532	1059,242	2,580
2874	3	4	1	297,754	138,549	40,445	707,714	1,778
2887	4	1	1	429,471	213,627	69,787	1046,555	2,716
2887	3	2	1	294,685	151,089	47,791	776,509	1,939
2887	2	3	1	267,227	135,432	40,490	691,840	1,726
2887	1	4	1	269,385	142,686	24,779	713,062	1,785
2758	4	1	1	247,413	121,054	35,420	603,112	1,505
2758	3	2	1	273,728	156,882	49,285	765,871	1,976
2758	1	3	1	286,237	154,362	28,241	816,452	1,937
2758	2	4	1	135,052	54,413	15,082	313,178	0,720
2802	1	1	2	295,726	168,792	30,099	780,889	2,065
2802	3	2	2	291,469	155,903	49,452	835,471	1,988
2802	4	3	2	361,893	191,808	60,676	958,192	2,447
2802	2	4	2	354,306	195,815	62,745	974,850	2,499
3122	3	1	2	305,309	146,791	46,960	764,122	1,929
3122	1	2	2	329,880	185,776	34,247	898,840	2,313
3122	2	3	2	239,545	148,560	48,194	827,272	1,861
3122	4	4	2	151,309	52,660	15,070	302,656	0,742
2726	4	1	2	263,691	150,635	50,199	790,523	1,917
2726	2	2	2	233,221	129,558	42,674	652,565	1,658
2726	3	3	2	209,612	102,166	30,500	402,439	1,322
2726	1	4	2	159,839	72,622	11,932	368,978	0,909
2421	2	1	2	196,746	87,078	25,499	480,403	1,129
2421	4	2	2	320,152	182,851	57,375	947,790	2,317
2421	1	3	2	360,425	178,196	30,616	952,781	2,247
2421	3	4	2	243,599	114,753	36,545	618,550	1,478

Tabela 3A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, ao coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT), dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT) e dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF)

A	T	P	Q	CDMS	CDMO	CDFDN	CDPB	CDEE	CDCT	CDCNF
2704	2	1	1	89,11	90,11	82,97	88,70	94,79	90,11	95,81
2704	1	2	1	79,16	82,00	68,99	78,18	92,95	82,38	91,70
2704	3	3	1	83,06	84,87	76,91	84,08	95,78	84,36	90,88
2704	4	4	1	82,80	84,54	79,21	82,65	92,39	84,43	88,79
2874	1	1	1	77,81	79,17	66,50	75,40	71,80	80,23	91,45
2874	2	2	1	81,14	82,39	72,36	77,23	89,98	82,99	90,56
2874	4	3	1	82,29	84,34	75,70	80,81	95,08	84,38	90,96
2874	3	4	1	80,65	82,18	73,06	80,54	87,88	82,17	90,39
2887	4	1	1	76,59	78,66	66,03	75,62	91,08	78,43	88,73
2887	3	2	1	80,41	81,86	69,39	78,68	94,67	81,67	91,05
2887	2	3	1	80,39	82,22	72,88	79,59	95,55	81,92	89,03
2887	1	4	1	79,82	82,55	74,19	77,57	84,22	83,55	89,93
2758	4	1	1	80,81	82,66	69,42	81,33	87,56	82,64	94,36
2758	3	2	1	77,31	79,42	62,40	76,11	89,75	79,44	90,68
2758	1	3	1	85,20	86,97	79,24	83,51	90,25	87,58	93,09
2758	2	4	1	86,16	89,34	86,84	84,62	91,43	90,20	93,78
2802	1	1	2	76,75	78,10	60,73	75,31	82,25	78,56	89,88
2802	3	2	2	85,13	86,61	77,45	85,43	90,53	86,60	93,21
2802	4	3	2	77,45	80,30	68,46	75,02	88,94	80,87	89,95
2802	2	4	2	76,25	79,52	65,37	71,87	94,35	80,17	90,26
3122	3	1	2	79,18	81,48	69,20	79,04	89,16	81,48	91,48
3122	1	2	2	76,58	79,88	61,57	75,65	90,33	80,37	92,14
3122	2	3	2	90,07	91,25	84,78	89,69	95,51	91,30	95,13
3122	4	4	2	82,24	84,12	80,69	79,70	91,29	84,58	89,48
2726	4	1	2	82,28	84,39	72,27	78,99	92,71	84,98	93,30
2726	2	2	2	78,76	80,59	68,02	75,36	90,19	81,05	89,88
2726	3	3	2	56,32	62,17	41,35	55,91	75,53	62,66	79,92
2726	1	4	2	80,37	83,27	76,70	79,55	86,11	83,96	90,28
2421	2	1	2	86,43	88,28	82,32	86,57	91,67	88,44	94,40
2421	4	2	2	82,16	84,18	72,87	81,59	90,22	84,34	91,85
2421	1	3	2	85,26	87,54	79,57	85,20	91,46	87,89	94,14
2421	3	4	2	83,31	85,74	80,38	82,53	93,48	85,90	90,76

Tabela 4A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual com relação ao coeficiente de digestibilidade total, ao coeficiente de digestibilidade ruminal da matéria seca (CDRMS), da matéria orgânica (CDRMO), da fibra em detergente neutro (CDRFDN), da proteína bruta (CDRPB), do extrato etéreo (CDREE), dos carboidratos não-fibrosos (CDRCNF) e dos carboidratos totais (CDRCT)

A	T	P	Q	CDRMS	CDRMO	CDRFDN	CDRPB	CDREE	CDRCNF	CDRCT
2704	2	1	1	76,29	79,11	87,32	59,35	88,13	83,13	78,78
2704	1	2	1	85,79	84,87	94,67	72,66	64,17	89,76	84,88
2704	3	3	1	78,06	77,16	84,76	87,38	66,07	77,21	69,57
2704	4	4	1	63,79	65,39	75,37	67,30	57,93	66,12	57,66
2874	1	1	1	87,27	87,82	90,69	69,63	33,06	96,31	95,98
2874	2	2	1	83,78	85,73	88,68	65,65	39,61	94,49	96,60
2874	4	3	1	64,19	66,17	59,86	50,52	7,85	74,31	82,98
2874	3	4	1	80,39	80,93	78,98	85,50	58,01	83,01	82,77
2887	4	1	1	68,96	69,34	59,25	48,51	82,80	74,57	81,49
2887	3	2	1	80,63	81,46	80,88	66,37	41,81	88,74	91,56
2887	2	3	1	84,57	84,63	94,67	76,02	47,59	90,45	85,09
2887	1	4	1	85,08	83,45	94,10	75,99	71,87	85,93	78,96
2758	4	1	1	77,58	78,77	84,19	58,82	90,28	85,09	82,67
2758	3	2	1	68,32	70,45	89,38	32,37	56,55	79,96	73,13
2758	1	3	1	79,71	81,10	96,79	69,23	49,09	84,94	75,84
2758	2	4	1	78,90	77,80	84,10	53,42	59,09	87,53	88,02
2802	1	1	2	88,48	89,13	106,63	56,15	60,60	98,57	92,46
2802	3	2	2	76,16	79,19	74,38	61,92	51,44	85,10	91,37
2802	4	3	2	68,20	69,01	62,40	57,53	15,68	76,15	83,37
2802	2	4	2	89,16	87,55	97,08	84,07	54,46	91,85	86,91
3122	3	1	2	81,88	82,67	78,21	60,41	97,30	87,39	90,56
3122	1	2	2	88,68	86,99	93,67	74,61	37,46	92,18	90,54
3122	2	3	2	75,47	76,24	71,32	66,46	48,86	80,96	87,89
3122	4	4	2	64,23	65,42	74,18	34,64	33,54	79,68	80,39
2726	4	1	2	64,20	68,62	87,60	33,57	15,84	80,12	74,38
2726	2	2	2	86,31	86,82	94,55	63,62	52,59	95,42	94,31
2726	3	3	2	115,12	104,01	144,44	119,20	71,30	109,00	83,87
2726	1	4	2	84,50	83,42	87,61	83,90	44,33	86,25	82,76
2421	2	1	2	78,66	82,11	82,52	51,06	77,82	90,14	93,23
2421	4	2	2	64,29	68,77	69,55	40,98	22,40	78,36	83,48
2421	1	3	2	79,65	80,37	83,99	71,04	40,70	84,04	82,71
2421	3	4	2	77,82	79,28	84,55	71,14	39,65	84,85	83,03

Tabela 5A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d⁻¹, ao consumo de nitrogênio (CN), ao nitrogênio excretado nas fezes (NF), ao nitrogênio metabólico fecal (NMF) e ao nitrogênio indigerível nas fezes (NIF)

A	T	P	Q	CN	NF	NMF	NIF
2704	2	1	1	28,27	3,20	4,58	0,00
2704	1	2	1	26,96	6,25	4,41	1,84
2704	3	3	1	18,37	3,32	3,03	0,29
2704	4	4	1	18,45	3,51	3,06	0,44
2874	1	1	1	23,64	5,17	3,86	1,32
2874	2	2	1	30,32	6,86	4,95	1,91
2874	4	3	1	31,82	5,58	5,23	0,35
2874	3	4	1	22,17	4,46	3,61	0,86
2887	4	1	1	34,18	9,53	5,51	4,03
2887	3	2	1	24,17	5,15	3,93	1,22
2887	2	3	1	21,67	4,52	3,50	1,03
2887	1	4	1	22,83	4,56	3,72	0,83
2758	4	1	1	19,37	3,52	3,05	0,47
2758	3	2	1	25,10	5,82	4,01	1,81
2758	1	3	1	24,70	4,28	4,04	0,24
2758	2	4	1	8,71	1,30	1,46	0,00
2802	1	1	2	27,01	5,69	4,31	1,39
2802	3	2	2	24,94	3,95	4,03	0,00
2802	4	3	2	30,69	7,21	4,96	2,25
2802	2	4	2	31,33	8,19	5,07	3,12
3122	3	1	2	23,49	5,58	3,91	1,67
3122	1	2	2	29,72	7,40	4,83	2,57
3122	2	3	2	23,77	2,31	3,77	0,00
3122	4	4	2	8,43	1,63	1,50	0,13
2726	4	1	2	24,10	4,18	3,89	0,30
2726	2	2	2	20,73	4,41	3,36	1,05
2726	3	3	2	16,35	7,98	2,68	5,30
2726	1	4	2	11,62	2,47	1,90	0,57
2421	2	1	2	13,93	2,27	2,29	0,00
2421	4	2	2	29,26	5,36	4,70	0,67
2421	1	3	2	28,51	4,41	4,69	0,00
2421	3	4	2	18,36	3,21	3,00	0,21

Tabela 6A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d^{-1} , ao nitrogênio excretado na urina (NU), ao nitrogênio urinário endógeno (NUE), ao nitrogênio urinário exógeno (NUEx), ao balanço de nitrogênio (BN), nitrogênio verdadeiramente digerido (NVD) e em porcentagem, o valor biológico real (VBR), relação entre nitrogênio urinário exógeno e nitrogênio verdadeiramente digerido (NUEx/NVD)

A	T	P	Q	NU	NUE	NUEx	BN	NVD	VBR	NUEx/NVD
2704	2	1	1	6,29	2,66	3,62	24,65	28,27	87,18	12,82
2704	1	2	1	13,78	2,93	10,85	14,28	25,12	56,82	43,18
2704	3	3	1	8,30	2,98	5,32	12,75	18,08	70,56	29,44
2704	4	4	1	7,85	2,98	4,87	13,14	18,01	72,95	27,05
2874	1	1	1	7,81	2,96	4,84	17,48	22,33	78,30	21,70
2874	2	2	1	12,46	3,50	8,96	19,45	28,40	68,47	31,53
2874	4	3	1	13,03	3,62	9,41	22,06	31,47	70,11	29,89
2874	3	4	1	8,61	3,81	4,80	16,51	21,31	77,48	22,52
2887	4	1	1	10,64	2,72	7,92	22,23	30,15	73,73	26,27
2887	3	2	1	9,52	2,79	6,74	16,21	22,95	70,65	29,35
2887	2	3	1	7,14	2,90	4,24	16,40	20,64	79,46	20,54
2887	1	4	1	7,79	2,92	4,87	17,13	22,00	77,88	22,12
2758	4	1	1	7,24	3,01	4,23	14,67	18,90	77,63	22,37
2758	3	2	1	10,06	3,33	6,73	16,56	23,29	71,09	28,91
2758	1	3	1	11,05	3,28	7,77	16,68	24,46	68,21	31,79
2758	2	4	1	6,09	3,31	2,78	5,93	8,71	68,06	31,94
2802	1	1	2	4,20	2,59	1,60	24,02	25,62	93,74	6,26
2802	3	2	2	6,80	2,56	4,24	20,70	24,94	82,99	17,01
2802	4	3	2	11,24	3,00	8,24	20,20	28,44	71,03	28,97
2802	2	4	2	13,21	3,16	10,04	18,16	28,21	64,39	35,61
3122	3	1	2	10,01	2,50	7,51	14,31	21,82	65,60	34,40
3122	1	2	2	13,57	2,78	10,79	16,36	27,15	60,25	39,75
3122	2	3	2	7,80	2,75	5,05	18,71	23,77	78,73	21,27
3122	4	4	2	6,38	2,96	3,41	4,88	8,30	58,85	41,15
2726	4	1	2	11,86	3,14	8,72	15,08	23,80	63,36	36,64
2726	2	2	2	11,81	3,15	8,66	11,02	19,68	55,99	44,01
2726	3	3	2	9,12	3,20	5,92	5,13	11,05	46,41	53,59
2726	1	4	2	7,57	3,11	4,46	6,59	11,05	59,64	40,36
2421	2	1	2	5,96	3,42	2,54	11,39	13,93	81,78	18,22
2421	4	2	2	9,87	3,18	6,68	21,90	28,59	76,62	23,38
2421	1	3	2	11,00	3,26	7,74	20,78	28,51	72,87	27,13
2421	3	4	2	8,66	3,42	5,25	12,90	18,15	71,10	28,90

Apêndice B

Tabela 1B - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, do conteúdo ruminal sólido (SOL), líquido (LIQ), total, matéria seca ruminal (MSR) e matéria orgânica ruminal (MOR)

A	T	P	Q	SOL	LIQ	TOTAL	MSRg	MORg
2704	2	1	1	1585	2492	4077	382,094	15,589
2704	1	2	1	1447	2038	3485	423,985	19,631
2704	3	3	1	1027	3547	4573	318,921	15,117
2704	4	4	1	1040	2627	3667	284,080	13,437
2874	1	1	1	1440	3427	4867	518,488	24,369
2874	2	2	1	2058	3148	5207	467,045	27,462
2874	4	3	1	1852	3410	5262	486,439	29,916
2874	3	4	1	1425	5033	6458	419,985	27,593
2887	4	1	1	1847	1962	3808	405,476	17,030
2887	3	2	1	1107	2475	3582	277,591	12,020
2887	2	3	1	862	2573	3435	208,843	9,523
2887	1	4	1	932	1688	2620	247,822	11,425
2758	4	1	1	830	3147	3977	328,594	15,762
2758	3	2	1	933	2120	3053	271,527	14,907
2758	1	3	1	830	2505	3335	242,694	13,057
2758	2	4	1	487	1367	1853	192,425	10,506
2802	1	1	2	995	1642	2637	225,254	8,875
2802	3	2	2	1622	2433	4055	441,745	17,096
2802	4	3	2	2100	2122	4222	433,437	20,718
2802	2	4	2	2120	2260	4380	505,603	25,937
3122	3	1	2	1413	1928	3342	379,711	14,239
3122	1	2	2	1540	2138	3678	360,142	15,558
3122	2	3	2	1892	3123	5015	621,936	26,432
3122	4	4	2	767	1555	2322	251,330	11,813
2726	4	1	2	1027	3810	4837	302,597	15,402
2726	2	2	2	1005	3947	4952	321,652	16,436
2726	3	3	2	1008	4223	5232	282,507	14,747
2726	1	4	2	722	3715	4437	221,584	11,123
2421	2	1	2	955	2727	3682	291,454	16,613
2421	4	2	2	2610	4245	6855	629,064	32,523
2421	1	3	2	2425	5018	7443	649,077	34,726
2421	3	4	2	1772	4782	6553	420,605	23,932

Tabela 2B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, da proteína bruta ruminal (PBR), do extrato etéreo ruminal (EER), da fibra em detergente neutro ruminal (FDNR), dos carboidratos não-fibrosos ruminais (CNFR) e dos carboidratos totais ruminais (CTR)

A	T	P	Q	PBR	EER	FDNR	CNFR	CTR
2704	2	1	1	81,837	12,628	205,161	42,136	247,297
2704	1	2	1	98,877	28,704	205,914	44,985	250,900
2704	3	3	1	80,638	27,599	139,417	19,539	158,956
2704	4	4	1	64,539	21,416	132,674	29,588	162,262
2874	1	1	1	117,179	38,765	247,967	49,856	297,823
2874	2	2	1	103,972	33,335	233,404	47,559	280,963
2874	4	3	1	113,199	36,151	230,331	50,380	280,711
2874	3	4	1	95,400	17,785	179,037	64,327	243,364
2887	4	1	1	84,229	28,941	201,138	52,038	253,176
2887	3	2	1	56,594	12,513	148,414	27,316	175,731
2887	2	3	1	48,369	10,056	95,313	27,654	122,967
2887	1	4	1	57,425	16,709	109,006	38,302	147,309
2758	4	1	1	73,805	18,708	157,959	26,882	184,841
2758	3	2	1	63,018	19,548	132,875	24,681	157,556
2758	1	3	1	62,561	19,150	102,835	23,123	125,958
2758	2	4	1	44,492	13,681	85,033	21,988	107,020
2802	1	1	2	49,090	16,750	110,932	25,685	136,617
2802	3	2	2	96,140	23,515	238,057	38,862	276,919
2802	4	3	2	87,019	31,204	228,328	39,984	268,313
2802	2	4	2	106,964	32,453	257,805	54,140	311,945
3122	3	1	2	87,007	29,283	186,057	39,828	225,885
3122	1	2	2	85,438	7,846	177,051	46,043	223,094
3122	2	3	2	144,862	58,639	331,773	20,801	352,574
3122	4	4	2	57,856	14,980	117,783	31,517	149,300
2726	4	1	2	74,984	25,982	140,669	20,434	161,103
2726	2	2	2	68,594	24,750	151,516	27,805	179,321
2726	3	3	2	55,892	19,144	131,923	23,174	155,097
2726	1	4	2	49,371	13,710	95,343	21,004	116,346
2421	2	1	2	64,843	14,141	147,042	26,172	173,214
2421	4	2	2	130,242	40,457	326,526	59,382	385,908
2421	1	3	2	143,432	22,540	326,246	71,964	398,210
2421	3	4	2	81,657	6,426	211,936	75,860	287,796

Tabela 3B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à taxa de passagem (kp), em $\%.h^{-1}$, aos fluxos, em kg/dia, de matéria seca (FMS), matéria orgânica (FMO), fibra em detergente neutro (FFDN) e proteína bruta (FPB) para o omaso

A	T	P	Q	kp	FMS	FMO	FFDN	FPB
2704	2	1	1	0,049	0,2728	0,2307	0,0734	0,0649
2704	1	2	1	0,034	0,2097	0,1828	0,0685	0,0451
2704	3	3	1	0,038	0,2327	0,2117	0,0719	0,0282
2704	4	4	1	0,042	0,2669	0,2392	0,0727	0,0404
2874	1	1	1	0,020	0,1480	0,1250	0,0561	0,0350
2874	2	2	1	0,041	0,2803	0,2378	0,0956	0,0694
2874	4	3	1	0,043	0,4667	0,4138	0,1749	0,0941
2874	3	4	1	0,034	0,2797	0,2471	0,1059	0,0398
2887	4	1	1	0,048	0,4306	0,3856	0,1781	0,0929
2887	3	2	1	0,057	0,3078	0,2725	0,1195	0,0672
2887	2	3	1	0,067	0,2026	0,1791	0,0590	0,0402
2887	1	4	1	0,058	0,2092	0,1906	0,0600	0,0427
2758	4	1	1	0,036	0,2274	0,1936	0,0767	0,0527
2758	3	2	1	0,060	0,3652	0,3225	0,1031	0,0937
2758	1	3	1	0,067	0,2367	0,2057	0,0520	0,0497
2758	2	4	1	0,039	0,1095	0,0913	0,0291	0,0301
2802	1	1	2	0,067	0,2186	0,1899	0,0685	0,0628
2802	3	2	2	0,037	0,3200	0,2709	0,1226	0,0689
2802	4	3	2	0,045	0,4296	0,3820	0,1667	0,0832
2802	2	4	2	0,041	0,3048	0,2700	0,1025	0,0606
3122	3	1	2	0,042	0,3064	0,2654	0,1253	0,0732
3122	1	2	2	0,052	0,2751	0,2454	0,1093	0,0596
3122	2	3	2	0,022	0,2009	0,1790	0,0795	0,0407
3122	4	4	2	0,030	0,1662	0,1385	0,0449	0,0410
2726	4	1	2	0,051	0,3434	0,2894	0,0814	0,0859
2726	2	2	2	0,041	0,1944	0,1689	0,0644	0,0508
2726	3	3	2	0,038	0,2074	0,1841	0,0594	0,0316
2726	1	4	2	0,027	0,0859	0,0753	0,0276	0,0142
2421	2	1	2	0,028	0,1194	0,0949	0,0379	0,0334
2421	4	2	2	0,030	0,4235	0,3578	0,1405	0,0960
2421	1	3	2	0,029	0,2718	0,2377	0,0894	0,0534
2421	3	4	2	0,028	0,2328	0,1980	0,0666	0,0439

Tabela 4B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em kg/dia, de extrato etéreo (FEE), carboidratos não-fibrosos (FCNF) e carboidratos totais (FCT) para o omaso

A	T	P	Q	FEE	FCNF	FCT
2704	2	1	1	0,0070	0,0855	0,1589
2704	1	2	1	0,0074	0,0619	0,1303
2704	3	3	1	0,0121	0,0996	0,1715
2704	4	4	1	0,0131	0,1130	0,1857
2874	1	1	1	0,0098	0,0241	0,0802
2874	2	2	1	0,0280	0,0448	0,1405
2874	4	3	1	0,0455	0,0993	0,2742
2874	3	4	1	0,0194	0,0820	0,1879
2887	4	1	1	0,0111	0,1034	0,2816
2887	3	2	1	0,0263	0,0596	0,1790
2887	2	3	1	0,0171	0,0628	0,1218
2887	1	4	1	0,0072	0,0807	0,1407
2758	4	1	1	0,0073	0,0569	0,1336
2758	3	2	1	0,0189	0,1067	0,2098
2758	1	3	1	0,0115	0,0926	0,1445
2758	2	4	1	0,0078	0,0244	0,0534
2802	1	1	2	0,0096	0,0491	0,1176
2802	3	2	2	0,0242	0,0552	0,1778
2802	4	3	2	0,0389	0,0932	0,2599
2802	2	4	2	0,0230	0,0840	0,1865
3122	3	1	2	0,0057	0,0612	0,1865
3122	1	2	2	0,0159	0,0606	0,1699
3122	2	3	2	0,0166	0,0421	0,1216
3122	4	4	2	0,0121	0,0405	0,0853
2726	4	1	2	0,0309	0,0911	0,1726
2726	2	2	2	0,0159	0,0379	0,1022
2726	3	3	2	0,0135	0,0796	0,1389
2726	1	4	2	0,0046	0,0289	0,0565
2421	2	1	2	0,0053	0,0183	0,0562
2421	4	2	2	0,0356	0,0857	0,2262
2421	1	3	2	0,0149	0,0800	0,1694
2421	3	4	2	0,0207	0,0667	0,1334

Tabela 5B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de matéria seca (FPMS), de matéria orgânica (FPMO), fibra em detergente neutro (FPFDN) e proteína bruta (FPPB) chegando ao omaso

A	T	P	Q	FPMS	FPMO	FPFDN	FPPB
2704	2	1	1	25,42	22,55	20,49	37,60
2704	1	2	1	20,30	18,56	19,59	27,32
2704	3	3	1	32,76	31,26	30,30	24,71
2704	4	4	1	37,23	34,98	30,38	35,01
2874	1	1	1	16,39	14,54	18,38	24,26
2874	2	2	1	24,20	21,53	24,72	37,27
2874	4	3	1	38,12	35,44	42,79	47,82
2874	3	4	1	33,14	30,70	37,59	29,34
2887	4	1	1	33,41	31,38	41,39	44,84
2887	3	2	1	33,46	31,06	38,89	45,45
2887	2	3	1	24,74	22,94	21,58	30,52
2887	1	4	1	24,00	22,95	20,34	30,71
2758	4	1	1	31,87	28,46	32,20	45,97
2758	3	2	1	38,94	36,06	32,94	62,19
2758	1	3	1	25,02	22,82	16,24	32,89
2758	2	4	1	32,02	28,04	25,45	54,80
2802	1	1	2	21,68	19,77	20,08	38,99
2802	3	2	2	33,92	30,11	38,92	45,42
2802	4	3	2	36,99	34,50	43,00	44,56
2802	2	4	2	25,70	23,88	25,89	31,77
3122	3	1	2	33,47	30,40	40,99	49,73
3122	1	2	2	24,35	22,80	28,60	33,05
3122	2	3	2	22,75	21,25	26,97	28,69
3122	4	4	2	47,18	41,23	38,16	72,39
2726	4	1	2	37,75	33,36	26,81	58,79
2726	2	2	2	24,71	22,52	24,51	40,18
2726	3	3	2	33,06	30,77	28,34	31,35
2726	1	4	2	19,34	17,81	18,38	20,05
2421	2	1	2	22,29	18,59	21,19	38,84
2421	4	2	2	38,52	34,13	38,28	54,35
2421	1	3	2	24,77	22,73	24,07	30,47
2421	3	4	2	33,20	29,61	28,44	38,98

Tabela 6B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de extrato etéreo (FPEE), carboidratos não-fibrosos (FPCNF) e carboidratos solúveis totais (FPCT) chegando ao omaso

A	T	P	Q	FPEE	FPCNF	FPCT
2704	2	1	1	13,07	19,47	19,92
2704	1	2	1	25,53	14,02	16,48
2704	3	3	1	34,20	34,26	32,48
2704	4	4	1	36,67	38,50	34,85
2874	1	1	1	38,95	6,25	11,61
2874	2	2	1	48,64	9,46	16,32
2874	4	3	1	74,77	19,82	30,14
2874	3	4	1	46,19	23,73	29,96
2887	4	1	1	17,41	19,61	29,40
2887	3	2	1	57,49	15,82	26,19
2887	2	3	1	42,13	18,73	20,01
2887	1	4	1	29,52	21,68	21,09
2758	4	1	1	20,46	19,48	25,20
2758	3	2	1	40,64	27,80	30,11
2758	1	3	1	43,42	22,93	19,97
2758	2	4	1	45,97	17,45	21,05
2802	1	1	2	33,88	11,41	15,24
2802	3	2	2	51,53	14,31	25,37
2802	4	3	2	67,46	19,60	30,11
2802	2	4	2	39,02	17,30	21,16
3122	3	1	2	12,60	16,32	27,41
3122	1	2	2	50,20	12,57	19,66
3122	2	3	2	37,89	11,65	18,53
3122	4	4	2	69,39	28,07	32,60
2726	4	1	2	68,25	24,48	25,53
2726	2	2	2	40,57	11,76	17,49
2726	3	3	2	43,38	31,00	29,80
2726	1	4	2	37,27	15,24	16,63
2421	2	1	2	19,95	8,34	14,12
2421	4	2	2	65,15	19,04	27,68
2421	1	3	2	48,45	17,09	20,18
2421	3	4	2	59,40	23,26	25,59

Tabela 7B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g/dia, ao fluxo de proteína bruta microbiana (FPMic) e à eficiência de síntese microbiana, em g de proteína microbiana por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (PMicMODR), em g de proteína microbiana de carboidratos totais degradados no rúmen (PMicCTDR) e em g de nitrogênio por kg de NDT consumido (PMicNDT)

A	T	P	Q	FPMic	PMicMODR	PMicCTDR	PMicNDT
2704	2	1	1	11,93	70,89	246,37	138,82
2704	1	2	1	2,85	26,79	73,88	42,58
2704	3	3	1	-	36,72	73,46	35,71
2704	4	4	1	-	-	60,55	-
2874	1	1	1	6,54	91,06	-	-
2874	2	2	1	-	161,38	-	-
2874	4	3	1	12,99	61,98	155,26	79,89
2874	3	4	1	2,94	-	59,93	23,98
2887	4	1	1	11,56	51,07	147,63	74,75
2887	3	2	1	3,30	-	-	29,85
2887	2	3	1	3,16	-	-	-
2887	1	4	1	2,88	-	-	-
2758	4	1	1	2,94	-	59,93	29,85
2758	3	2	1	-	69,98	227,07	115,03
2758	1	3	1	6,54	28,18	90,95	51,32
2758	2	4	1	1,66	35,31	101,76	58,14
2802	1	1	2	11,53	33,11	159,82	95,14
2802	3	2	2	-	121,99	-	53,97
2802	4	3	2	12,89	62,93	165,99	84,81
2802	2	4	2	6,38	-	130,19	67,90
3122	3	1	2	4,37	35,69	85,95	200,10
3122	1	2	2	4,17	-	67,78	37,96
3122	2	3	2	3,26	38,46	143,30	76,25
3122	4	4	2	8,45	-	-	-
2726	4	1	2	5,95	-	-	-
2726	2	2	2	7,92	68,77	227,53	125,51
2726	3	3	2	5,24	36,54	219,95	110,75
2726	1	4	2	-	-	75,46	44,03
2421	2	1	2	-	-	72,52	42,96
2421	4	2	2	6,50	56,77	120,84	63,71
2421	1	3	2	5,31	40,81	147,41	83,18
2421	3	4	2	2,96	37,46	102,11	44,24

Tabela 8B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao pH nos horários de coleta (07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30, 17:30 horas)

T	R	07:30	09:30	11:30	13:30	15:30	17:30
1	1	5,9	6,1	5,3	5,3	5,6	5,2
1	2	6,6	6,2	5,9	5,9	5,6	5,5
1	3	6,8	6,3	5,9	6,0	6,0	5,7
1	4	6,9	6,4	6,2	6,1	6,3	5,8
1	5	6,9	6,4	6,2	6,1	6,4	5,8
1	6	6,9	6,5	6,5	6,3	6,4	6,0
1	7	7,0	6,6	6,5	6,4	6,6	6,1
1	8	7,0	7,0	6,6	6,4	6,8	6,2
2	1	6,0	5,0	5,9	5,2	5,5	5,0
2	2	6,1	6,0	5,9	5,3	5,6	5,1
2	3	6,3	6,1	6,0	6,2	5,6	5,5
2	4	6,4	6,1	6,2	6,2	5,8	5,5
2	5	6,7	6,2	6,3	6,3	5,8	5,7
2	6	6,8	6,3	6,4	6,4	6,1	5,9
2	7	6,8	6,4	6,7	6,6	6,3	6,0
2	8	6,9	6,4	5,6	6,7	6,4	6,1
3	1	5,7	5,8	5,9	5,9	5,2	5,1
3	2	5,8	6,0	6,0	6,2	5,2	5,2
3	3	6,2	6,4	6,2	6,4	5,5	5,5
3	4	6,3	6,6	6,3	6,5	5,7	5,5
3	5	6,5	6,6	6,3	6,6	5,9	5,7
3	6	6,7	6,7	6,6	6,6	6,3	5,9
3	7	6,7	7,0	6,6	6,6	6,4	6,1
3	8	7,0	6,0	5,8	6,7	6,6	6,3
4	1	6,2	6,1	5,9	6,0	5,6	5,3
4	2	6,3	6,1	5,9	6,1	5,7	5,3
4	3	6,3	6,2	6,3	6,1	6,0	5,5
4	4	6,3	6,5	6,3	6,2	6,1	5,7
4	5	6,4	6,5	6,3	6,3	6,1	5,8
4	6	6,7	6,5	6,3	6,4	6,2	5,8
4	7	6,8	-	-	6,5	6,5	5,8
4	8	-	-	-	-	-	-

Tabela 9B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao pH nos horários de coleta (19:30, 21:30, 23:30, 01:30, 03:30, 05:30 horas)

T	R	19:30	21:30	23:30	01:30	03:30	05:30
1	1	5,2	5,2	5,0	5,7	5,7	5,8
1	2	5,4	5,5	5,5	5,8	6,1	6,5
1	3	5,4	5,5	5,6	5,8	6,1	6,5
1	4	5,5	5,6	5,6	6,0	6,2	6,5
1	5	5,6	5,6	5,8	6,0	6,2	6,6
1	6	5,6	5,7	5,9	6,1	6,3	6,7
1	7	5,8	5,8	6,0	6,1	6,5	6,7
1	8	6,0	5,9	6,0	6,3	6,6	6,9
2	1	4,9	5,0	5,3	4,9	5,8	6,5
2	2	5,0	5,6	5,6	5,5	6,2	6,6
2	3	5,4	5,6	5,6	5,5	6,2	6,7
2	4	5,5	5,6	5,8	6,0	6,3	6,8
2	5	5,6	5,8	5,9	6,0	6,4	6,9
2	6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,4	6,9
2	7	5,9	5,9	6,1	6,1	6,6	7,2
2	8	5,9	6,0	6,3	6,4	6,6	7,2
3	1	4,8	5,5	5,5	5,7	5,8	6,4
3	2	5,2	5,5	5,8	5,8	6,0	6,5
3	3	5,4	5,7	5,8	6,1	6,4	6,7
3	4	5,5	5,8	5,9	6,1	6,6	6,8
3	5	5,8	5,8	6,0	6,2	6,6	6,8
3	6	5,9	6,0	6,1	6,2	6,6	6,9
3	7	6,0	6,0	6,3	6,3	6,6	7,0
3	8	6,3	6,3	6,3	6,4	6,7	6,0
4	1	5,5	5,4	5,4	5,6	5,7	6,0
4	2	5,5	5,4	5,4	5,8	5,8	6,2
4	3	5,5	5,5	5,6	5,8	5,9	6,5
4	4	5,5	5,6	5,6	5,9	6,1	6,5
4	5	5,6	5,6	5,7	6,1	6,2	6,6
4	6	5,7	5,8	5,9	6,1	6,4	6,6
4	7	5,7	5,9	6,1	6,2	6,5	-
4	8	-	-	-	-	-	-

Tabela 10B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à amônia ruminal (NH₃) nos horários de coleta (07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30, 17:30 horas)

T	R	07:30	09:30	11:30	13:30	15:30	17:30
1	1	54,04	60,44	32,51	37,55	16,35	22,41
1	2	51,82	73,36	49,13	36,68	42,74	62,59
1	3	39,42	62,67	35,26	40,81	40,81	50,87
1	4	38,73	43,93	47,75	33,87	28,80	25,54
1	5	50,14	64,61	55,19	54,51	59,22	57,95
1	6	55,05	69,52	66,49	44,28	37,55	45,29
1	7	40,95	48,93	40,25	25,33	22,56	37,48
1	8	44,76	56,56	38,17	25,33	29,15	27,41
2	1	48,46	35,67	30,96	26,25	31,63	39,03
2	2	60,10	75,58	44,96	42,94	22,41	60,10
2	3	27,93	44,08	37,02	25,24	21,87	47,78
2	4	52,26	46,71	41,85	33,17	19,64	31,09
2	5	51,56	56,42	43,24	26,58	39,42	50,18
2	6	45,32	36,30	22,07	16,86	12,70	22,07
2	7	57,07	54,38	44,62	29,81	32,84	38,23
2	8	56,53	62,59	62,59	55,52	37,69	49,80
3	1	28,27	38,02	25,57	21,43	18,84	23,89
3	2	47,19	47,54	46,15	37,48	39,56	41,99
3	3	25,78	29,48	28,80	29,81	28,80	47,98
3	4	40,92	43,95	22,75	26,11	28,80	35,87
3	5	33,18	19,72	14,67	29,14	29,48	37,55
3	6	39,03	14,13	20,86	16,31	27,41	22,90
3	7	50,18	33,87	36,64	28,80	17,70	19,78
3	8	31,92	39,21	36,78	29,84	20,47	30,19
4	1	51,36	53,79	39,91	44,76	29,15	29,84
4	2	50,14	58,21	50,48	38,19	23,56	52,14
4	3	49,13	61,58	37,69	28,94	43,07	31,97
4	4	-	-	-	-	-	-
4	5	39,07	42,20	63,36	43,93	24,50	38,73
4	6	59,89	52,95	46,01	37,34	44,28	42,89
4	7	44,75	55,86	40,04	23,56	24,90	38,36
4	8	32,64	44,75	31,29	32,98	32,30	63,94

Tabela 11B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à amônia ruminal (NH₃) nos horários de coleta (19:30, 21:30, 23:30, 01:30, 03:30, 05:30 horas)

T	R	19:30	21:30	23:30	01:30	03:30	05:30
1	1	23,42	18,71	42,26	36,54	42,60	52,02
1	2	69,99	56,20	53,84	52,49	61,24	56,87
1	3	32,13	32,48	47,05	49,48	44,62	47,40
1	4	30,74	27,62	34,21	33,17	36,30	42,89
1	5	73,91	77,03	66,29	61,58	68,98	61,92
1	6	46,98	61,78	67,17	68,85	94,09	75,58
1	7	24,98	29,15	29,84	32,97	38,52	40,25
1	8	39,91	37,82	43,03	34,70	38,52	43,38
2	1	49,13	44,42	61,24	43,41	51,15	87,49
2	2	74,57	81,63	49,67	47,98	68,85	56,73
2	3	27,62	30,40	41,50	36,64	35,60	-
2	4	33,52	36,64	35,95	36,99	32,48	36,64
2	5	38,38	57,81	52,95	61,28	58,16	56,77
2	6	21,03	27,62	30,74	39,42	46,36	54,69
2	7	28,47	34,52	41,93	38,56	48,12	39,37
2	8	33,99	26,92	31,63	19,85	31,63	37,02
3	1	14,47	23,22	28,94	28,94	29,28	37,49
3	2	30,54	43,03	41,99	54,48	51,01	53,99
3	3	43,27	46,64	53,03	47,98	44,62	37,89
3	4	30,49	36,54	56,73	47,65	49,67	41,59
3	5	43,27	46,64	52,36	58,75	53,03	48,32
3	6	24,29	22,88	26,25	40,72	30,96	37,82
3	7	22,21	27,76	32,97	33,31	26,72	29,50
3	8	23,25	16,66	16,66	21,86	25,68	30,88
4	1	29,50	30,88	36,09	44,42	46,15	51,70
4	2	46,10	61,08	53,50	45,76	45,76	51,82
4	3	40,72	43,75	47,45	49,47	46,77	50,48
4	4	-	-	-	-	-	-
4	5	50,87	53,30	58,16	58,16	43,58	45,67
4	6	45,32	50,66	61,07	58,30	57,95	62,46
4	7	41,39	37,69	41,05	45,09	45,76	44,08
4	8	80,19	53,84	53,50	53,84	61,24	47,11

Tabela 12B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido láctico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	0,41	0,41	0,45	0,24	0,23	0,26
1	2	0,40	0,40	0,46	0,44	0,47	0,51
1	3	0,07	0,14	0,16	1,31	1,21	1,41
1	4	0,58	0,58	0,49	0,47	0,52	0,58
1	5	0,84	0,96	0,98	1,69	1,52	1,54
1	6	0,41	0,40	0,45	0,47	0,42	0,46
1	7	0,13	0,14	0,15	0,23	0,12	0,10
1	8	0,14	0,07	0,12	0,15	0,11	0,14
2	1	0,81	0,80	0,78	0,19	0,21	0,25
2	2	0,69	0,70	0,59	0,24	0,24	0,26
2	3	0,58	0,54	0,51	0,55	0,59	0,55
2	4	1,89	1,93	2,38	0,08	0,11	0,22
2	5	0,58	0,59	0,60	1,31	1,30	1,32
2	6	0,10	0,09	0,12	0,07	0,15	0,04
2	7	0,31	0,34	0,35	0,32	0,23	0,22
2	8	1,88	1,82	2,04	1,46	1,47	1,53
3	1	0,28	0,35	0,40	0,41	0,44	0,47
3	2	0,24	0,17	0,22	0,23	0,25	0,10
3	3	0,38	0,36	0,35	0,34	0,23	0,17
3	4	0,04	0,15	0,24	0,18	0,23	0,34
3	5	0,36	0,34	0,24	0,24	0,26	0,29
3	6	0,67	0,70	0,69	0,34	0,36	0,40
3	7	0,04	0,11	0,22	0,21	0,13	0,12
3	8	0,14	0,15	0,14	0,17	0,18	0,18
4	1	0,11	0,15	0,10	0,15	0,18	0,20
4	2	0,51	0,46	0,58	0,59	0,59	0,46
4	3	0,08	0,13	0,10	0,48	0,48	0,50
4	4	0,23	0,24	0,26	0,41	0,42	0,39
4	5	0,23	0,24	0,26	0,17	0,15	0,04
4	6	0,44	0,51	0,58	0,78	0,80	1,00
4	7	0,23	0,22	0,24	0,47	0,48	0,51
4	8	0,21	0,24	0,24	0,28	0,29	0,30

Tabela 13B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido acético (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	7,61	8,99	8,87	9,75	9,23	7,54
1	2	7,75	8,05	8,84	9,94	9,89	10,02
1	3	7,19	8,06	7,55	6,85	7,03	7,28
1	4	4,34	4,55	5,05	6,48	7,66	6,39
1	5	2,27	3,51	3,66	4,46	6,11	6,39
1	6	4,93	6,36	6,38	5,98	66,19	6,16
1	7	3,29	3,66	5,10	4,75	5,16	5,59
1	8	5,77	6,11	6,38	3,46	3,55	0,51
2	1	5,12	4,94	5,09	8,51	8,84	8,71
2	2	8,72	8,87	7,69	6,22	6,39	6,25
2	3	7,57	7,45	6,27	5,40	6,39	6,65
2	4	4,06	4,50	4,57	7,04	7,69	7,69
2	5	8,05	9,00	7,66	5,56	6,88	7,68
2	6	5,06	5,46	5,72	5,95	6,11	6,40
2	7	7,63	7,80	7,66	3,93	4,55	4,82
2	8	4,66	5,06	5,08	4,02	4,40	4,05
3	1	6,36	7,66	7,82	7,41	7,64	7,65
3	2	5,03	5,23	4,81	5,48	4,94	5,23
3	3	5,94	6,27	7,70	8,79	8,94	7,70
3	4	7,76	7,69	7,31	7,20	7,64	6,39
3	5	3,04	3,76	3,92	6,07	5,61	6,89
3	6	8,71	7,70	8,06	7,51	7,65	7,62
3	7	4,36	5,09	5,23	4,63	5,20	5,08
3	8	6,31	0,39	6,17	5,78	6,01	5,95
4	1	6,45	6,38	6,53	7,22	7,45	7,65
4	2	4,49	4,95	5,10	4,64	4,71	5,20
4	3	6,15	6,27	6,65	7,41	7,45	7,69
4	4	5,69	5,87	6,09	6,43	6,54	6,85
4	5	5,74	7,66	6,40	5,45	5,68	0,52
4	6	8,29	8,47	7,68	4,94	6,65	7,02
4	7	7,18	6,27	7,65	6,71	6,89	7,28
4	8	3,99	4,04	4,30	5,28	5,09	5,46

Tabela 14B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido propiônico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	5,05	5,21	0,64	4,54	6,19	5,34
1	2	3,51	4,96	4,98	3,48	3,56	4,97
1	3	6,31	4,96	5,00	5,11	6,28	5,00
1	4	4,09	4,12	4,99	4,07	5,00	6,17
1	5	4,65	4,98	5,33	4,17	4,49	4,62
1	6	6,13	6,30	6,66	6,82	6,06	7,04
1	7	6,19	5,95	5,95	2,82	3,66	4,00
1	8	6,15	5,97	6,07	4,88	5,94	6,11
2	1	4,20	4,76	3,90	3,40	4,98	5,00
2	2	5,27	6,19	5,94	5,02	5,11	5,45
2	3	4,78	4,99	5,95	5,04	4,99	5,22
2	4	2,96	3,77	3,93	4,05	3,79	37,63
2	5	5,54	6,20	5,22	4,58	4,88	4,99
2	6	3,29	3,54	3,91	4,71	4,99	5,12
2	7	2,69	4,98	3,66	2,65	3,80	3,67
2	8	4,23	4,43	4,88	5,11	4,99	5,11
3	1	5,40	5,58	7,40	4,49	6,19	5,71
3	2	6,54	6,17	6,30	3,46	5,07	6,16
3	3	4,61	4,99	6,18	4,65	7,29	4,86
3	4	3,79	4,88	4,90	6,50	6,19	6,43
3	5	6,31	7,28	6,55	3,42	6,19	6,43
3	6	4,62	4,99	5,22	3,10	3,40	3,55
3	7	4,71	5,94	4,85	5,01	4,96	5,22
3	8	4,02	3,79	5,97	4,53	5,09	5,45
4	1	5,78	5,83	5,97	2,70	4,96	5,10
4	2	3,70	5,96	7,37	4,56	3,62	6,17
4	3	3,77	4,00	4,47	5,55	6,20	6,31
4	4	4,41	5,27	5,94	4,27	4,93	5,86
4	5	4,38	4,99	4,00	3,64	5,00	3,78
4	6	2,61	3,66	3,67	3,80	4,01	4,99
4	7	3,98	3,78	4,98	3,50	3,90	4,03
4	8	2,89	4,26	4,98	4,43	4,99	5,23

Tabela 15B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao ácido butírico (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	0,05	0,05	0,05	0,11	0,12	0,13
1	2	0,09	0,10	0,97	0,05	0,06	0,06
1	3	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,04
1	4	0,07	0,09	0,10	0,10	0,09	0,07
1	5	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08
1	6	0,06	0,07	0,07	0,05	0,07	0,08
1	7	0,11	0,10	0,08	0,07	0,09	0,10
1	8	0,07	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10
2	1	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07
2	2	0,06	0,06	0,06	0,35	0,36	0,39
2	3	0,07	0,08	0,08	0,04	0,05	0,07
2	4	0,04	0,04	0,05	0,11	0,11	0,10
2	5	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
2	6	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
2	7	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
2	8	0,11	0,11	0,10	0,02	0,03	0,03
3	1	0,10	0,11	0,09	0,03	0,04	0,05
3	2	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
3	3	0,28	0,30	0,31	0,05	0,06	0,06
3	4	0,04	0,05	0,06	0,38	0,36	0,39
3	5	0,05	0,05	0,06	0,08	0,08	0,07
3	6	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07	0,08
3	7	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
3	8	0,08	0,09	0,07	0,06	0,09	0,08
4	1	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
4	2	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,08
4	3	0,11	0,10	0,10	0,07	0,07	0,08
4	4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
4	5	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05
4	6	0,10	0,11	0,11	0,08	0,10	0,10
4	7	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10
4	8	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10

Tabela 16B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes ao total de ácidos graxos voláteis (mMol/100mL) nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	12,71	14,25	9,57	14,40	3,55	13,01
1	2	11,35	13,11	14,79	13,47	13,50	3,05
1	3	13,58	13,11	12,65	12,06	13,53	12,30
1	4	8,50	8,76	10,14	10,64	12,74	12,63
1	5	6,96	8,54	9,04	8,71	10,68	11,09
1	6	11,13	12,73	13,12	12,84	72,32	13,40
1	7	9,59	9,71	11,13	7,64	8,90	9,69
1	8	12,00	12,04	12,54	8,44	9,58	6,71
2	1	9,35	9,74	9,04	11,96	13,89	13,79
2	2	14,05	3,12	13,69	11,59	11,87	12,10
2	3	12,43	12,52	12,30	10,60	11,43	11,94
2	4	7,05	8,30	8,55	11,20	11,59	45,41
2	5	13,67	3,29	12,97	10,24	11,86	12,77
2	6	8,39	9,03	9,67	10,70	11,14	11,59
2	7	10,41	12,88	11,40	6,67	8,43	8,58
2	8	9,00	9,59	10,06	9,03	9,43	9,19
3	1	11,85	13,34	3,31	11,93	13,86	13,41
3	2	11,59	11,43	11,14	8,99	10,07	11,46
3	3	10,83	11,56	14,18	13,48	16,29	12,63
3	4	11,59	12,62	12,27	14,08	14,19	13,21
3	5	9,40	11,09	10,54	9,57	11,89	13,39
3	6	13,43	12,79	13,38	10,69	11,12	11,26
3	7	9,13	11,10	10,03	9,71	10,23	10,38
3	8	10,41	4,26	12,22	10,37	11,18	11,49
4	1	12,29	12,29	12,57	9,99	12,49	12,82
4	2	8,22	10,95	12,51	9,28	8,41	11,45
4	3	10,03	10,37	11,22	13,03	13,72	14,08
4	4	10,18	11,20	12,10	10,76	11,54	12,78
4	5	10,18	12,71	10,48	9,14	10,74	4,35
4	6	11,01	12,23	11,45	8,82	10,75	12,11
4	7	11,24	10,12	12,73	10,32	10,88	11,41
4	8	6,97	8,39	9,38	9,81	10,18	10,79

Tabela 17B – Tratamento (T), repetição (R) e valores referentes à relação acetato/propionato nos horários de coleta (07:30, 11:30, 15:30, 19:30, 23:30, 27:30 horas)

T	R	07:30	11:30	15:30	19:30	23:30	27:30
1	1	1,51	1,73		2,15	1,49	1,41
1	2	2,20	1,62	1,77	2,85	2,78	2,00
1	3	1,14	1,63	1,51	1,34	1,14	1,46
1	4	1,06	1,10	1,01	1,59	1,53	1,04
1	5	0,49	0,70	0,69	1,07	1,36	1,38
1	6	0,80	1,01	0,96	0,88	10,92	0,86
1	7	0,53	0,60	0,86	1,68	1,41	1,40
1	8	0,94	1,02	1,05	0,71	0,60	0,08
2	1	1,22	1,04	1,31	2,51	1,78	1,74
2	2	1,65	1,43	1,30	1,24	1,25	1,15
2	3	1,58	1,49	1,05	1,05	1,28	1,27
2	4	1,37	1,19	1,16	1,74	2,03	0,20
2	5	1,45	1,45	1,47	1,21	1,41	1,54
2	6	1,54	1,54	1,46	1,26	1,22	1,25
2	7	2,83	1,57	2,10	1,48	1,20	1,31
2	8	1,10	1,14	1,04	0,79	0,89	0,79
3	1	1,18	1,37	1,06	1,65	1,23	1,34
3	2	0,77	0,85	0,76	1,58	0,97	0,85
3	3	1,29	1,26	1,25	1,89	1,23	1,58
3	4	2,05	1,58	1,49	1,11	1,23	0,99
3	5	0,48	0,52	0,60	1,78	0,91	1,07
3	6	1,88	1,54	1,54	2,42	2,25	2,14
3	7	0,93	0,86	1,08	0,92	1,05	0,97
3	8	1,57	0,10	1,03	1,28	1,18	1,09
4	1	1,12	1,09	1,09	2,68	1,50	1,50
4	2	1,21	0,83	0,69	1,02	1,30	0,84
4	3	1,63	1,56	1,49	1,34	1,20	1,22
4	4	1,29	1,11	1,03	1,51	1,33	1,17
4	5	1,31	1,53	1,60	1,50	1,14	0,14
4	6	3,17	2,32	2,09	1,30	1,66	1,41
4	7	1,81	1,66	1,53	1,92	1,77	1,81
4	8	1,38	0,95	0,86	1,19	1,02	1,04

Apêndice C

Tabela 1C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida (% do óleo consumido)

A	T	P	Q	SAT	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	MONO	C18:1c11
2704	2	1	1	21,61	0,02	0,22	16,03	3,78	16,97	0,66
2704	1	2	1	29,04	0,11	0,33	21,78	4,21	14,67	0,14
2704	3	3	1	50,07	19,46	7,96	17,50	3,38	15,46	0,00
2704	4	4	1	17,87	0,00	0,20	12,73	3,43	37,18	1,77
2874	1	1	1	31,98	0,02	0,31	24,81	4,11	11,53	0,00
2874	2	2	1	21,80	0,05	0,22	16,26	3,77	17,77	0,70
2874	4	3	1	18,04	0,01	0,20	12,90	3,43	37,27	1,79
2874	3	4	1	49,95	19,42	7,94	17,51	3,39	15,95	0,00
2887	4	1	1	18,15	0,03	0,21	13,01	3,43	37,32	1,79
2887	3	2	1	49,70	19,33	7,90	17,51	3,40	16,91	0,05
2887	2	3	1	21,56	0,01	0,22	15,97	3,79	16,75	0,65
2887	1	4	1	29,39	0,10	0,32	22,14	4,20	14,28	0,11
2758	4	1	1	50,07	19,46	7,97	17,50	3,38	15,45	0,00
2758	3	2	1	18,34	0,05	0,21	13,19	3,43	37,40	1,81
2758	1	3	1	27,95	0,11	0,33	20,64	4,26	15,01	0,18
2758	2	4	1	19,90	0,00	0,19	13,54	3,92	8,50	0,29
2802	1	1	2	28,60	0,13	0,28	21,79	3,81	14,55	0,11
2802	3	2	2	48,71	18,86	7,78	17,29	3,30	18,27	0,15
2802	4	3	2	17,97	0,00	0,19	12,93	3,42	37,35	1,83
2802	2	4	2	21,69	0,07	0,22	16,18	3,76	18,02	0,70
3122	3	1	2	47,72	18,34	7,66	17,02	3,17	19,02	0,15
3122	1	2	2	28,17	0,14	0,31	21,05	4,09	15,39	0,19
3122	2	3	2	21,59	0,06	0,21	16,06	3,76	17,82	0,69
3122	4	4	2	11,47	0,00	0,00	6,55	3,25	34,84	1,84
2726	4	1	2	18,49	0,07	0,21	13,35	3,43	37,49	1,82
2726	2	2	2	21,74	0,07	0,22	16,23	3,76	18,11	0,71
2726	3	3	2	46,12	17,51	7,47	16,57	2,96	20,19	0,16
2726	1	4	2	29,76	0,11	0,19	23,80	3,02	12,28	0,00
2421	2	1	2	20,71	0,02	0,20	15,12	3,77	16,14	0,60
2421	4	2	2	18,11	0,01	0,20	13,04	3,43	37,39	1,83
2421	1	3	2	28,84	0,13	0,26	22,20	3,65	14,08	0,07
2421	3	4	2	47,65	18,31	7,65	17,00	3,16	19,07	0,15

Tabela 2C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da ração consumida (% do óleo consumido)

A	T	P	Q	C18:1c9	POLI	C18:2c9c12	C18:3n3	C18:3n6	C18:1cis	INS
2704	2	1	1	15,87	59,25	50,20	3,73	5,30	16,76	76,23
2704	1	2	1	14,24	53,16	44,33	0,00	8,78	14,38	67,83
2704	3	3	1	15,25	32,91	26,87	0,12	5,90	15,25	48,37
2704	4	4	1	34,44	42,53	33,32	4,19	4,99	36,89	79,70
2874	1	1	1	11,22	53,84	43,90	0,00	9,89	11,22	65,37
2874	2	2	1	16,65	58,31	49,62	3,66	5,00	17,56	76,08
2874	4	3	1	34,54	42,25	33,21	4,06	4,95	36,98	79,52
2874	3	4	1	15,75	32,45	26,70	0,11	5,62	15,75	48,41
2887	4	1	1	34,59	42,07	33,14	3,98	4,93	37,03	79,39
2887	3	2	1	16,67	31,59	26,37	0,10	5,09	16,72	48,51
2887	2	3	1	15,66	59,51	50,36	3,74	5,39	16,54	76,27
2887	1	4	1	13,88	53,25	44,28	0,00	8,92	13,99	67,53
2758	4	1	1	15,24	32,92	26,87	0,12	5,90	15,24	48,37
2758	3	2	1	34,69	41,79	33,03	3,85	4,89	37,12	79,19
2758	1	3	1	14,54	53,73	44,97	0,16	8,54	14,72	68,74
2758	2	4	1	7,64	69,00	56,11	4,37	8,49	8,29	77,50
2802	1	1	2	14,20	53,68	44,85	0,00	8,79	14,31	68,23
2802	3	2	2	17,94	31,10	26,18	0,04	4,86	18,08	49,37
2802	4	3	2	34,60	42,23	33,27	3,96	4,97	37,07	79,58
2802	2	4	2	16,90	58,30	49,72	3,60	4,95	17,82	76,32
3122	3	1	2	18,69	31,34	26,26	0,00	5,06	18,84	50,36
3122	1	2	2	14,93	53,18	44,59	0,03	8,52	15,12	68,57
3122	2	3	2	16,71	58,64	49,97	3,60	5,05	17,61	76,46
3122	4	4	2	31,56	51,76	37,60	7,46	6,65	34,60	86,60
2726	4	1	2	34,78	41,54	32,94	3,72	4,86	37,21	79,03
2726	2	2	2	16,98	58,15	49,61	3,60	4,91	17,90	76,26
2726	3	3	2	19,85	31,77	26,37	0,00	5,37	20,01	51,95
2726	1	4	2	12,13	55,06	45,49	0,00	9,53	12,13	67,34
2421	2	1	2	15,10	61,46	52,00	3,61	5,83	15,94	77,61
2421	4	2	2	34,65	42,04	33,18	3,89	4,94	37,11	79,44
2421	1	3	2	13,78	53,97	44,99	0,00	8,94	13,86	68,05
2421	3	4	2	18,73	31,36	26,26	0,00	5,07	18,88	50,43

Tabela 3C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso)

A	T	P	Q	SAT	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	MONO	C180:1c11	C18:1c9
2704	2	1	1	84,34	0,31	0,81	17,23	62,67	12,98	0,80	4,32
2704	1	2	1	92,10	0,23	0,44	12,69	77,58	5,55	0,00	2,99
2704	3	3	1	83,43	0,18	0,55	13,02	67,74	13,57	0,98	4,75
2704	4	4	1	90,45	0,22	0,48	13,17	74,48	7,13	0,49	3,00
2874	1	1	1	88,01	0,23	0,71	16,61	67,67	9,31	0,54	3,57
2874	2	2	1	90,31	0,15	0,27	11,60	77,30	7,70	0,43	2,70
2874	4	3	1	92,55	1,96	4,64	23,56	59,55	5,42	0,32	2,43
2874	3	4	1	90,89	2,34	5,11	22,53	57,65	6,78	0,47	2,64
2887	4	1	1	86,87	0,25	0,39	9,18	76,35	11,57	0,56	3,02
2887	3	2	1	88,27	1,20	2,84	19,23	62,30	9,27	0,64	3,42
2887	2	3	1	80,34	4,37	5,92	21,48	46,46	17,41	0,77	4,92
2887	1	4	1	83,39	0,18	0,64	15,80	64,77	13,67	0,94	4,78
2758	4	1	1	87,54	0,22	0,58	16,55	67,32	10,31	0,62	3,39
2758	3	2	1	79,51	0,32	0,82	13,54	63,59	17,08	1,04	8,40
2758	1	3	1	85,96	0,25	0,84	18,49	62,94	11,92	0,74	4,91
2758	2	4	1	83,83	0,13	0,46	14,55	66,60	13,80	0,63	3,97
2802	1	1	2	89,66	0,31	0,86	17,75	67,64	7,45	0,44	2,87
2802	3	2	2	86,82	0,52	2,84	21,49	59,96	10,80	0,94	4,04
2802	4	3	2	15,22	0,13	0,41	12,88	0,00	81,78	1,04	4,06
2802	2	4	2	82,00	0,88	1,44	15,67	61,89	15,41	0,65	4,07
3122	3	1	2	88,27	1,20	2,84	19,23	62,30	9,27	0,64	3,42
3122	1	2	2	85,47	0,22	0,79	16,36	64,77	11,71	1,05	3,99
3122	2	3	2	67,19	0,14	0,49	14,38	50,37	29,20	0,78	3,68
3122	4	4	2	75,87	0,54	1,28	14,34	57,91	21,70	0,68	4,00
2726	4	1	2	75,87	0,54	1,28	14,34	57,91	21,70	0,68	4,00
2726	2	2	2	86,01	0,18	0,71	14,79	67,93	11,34	0,50	4,83
2726	3	3	2	87,54	0,94	2,46	18,67	62,88	10,00	0,71	3,61
2726	1	4	2	90,11	0,21	0,67	18,07	67,72	7,09	0,34	2,27
2421	2	1	2	82,00	0,88	1,44	15,67	61,89	15,41	0,65	4,07
2421	4	2	2	90,60	0,35	0,94	13,69	73,49	7,20	0,64	3,08
2421	1	3	2	89,36	0,21	0,76	17,11	68,27	7,80	0,29	3,18
2421	3	4	2	92,68	2,73	5,14	22,56	58,82	4,87	0,20	2,29

Tabela 4C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso)

A	T	P	Q	SAT	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	MONO	C18:1c11	C18:1c9
2704	2	1	1	84,34	0,31	0,81	17,23	62,67	12,98	0,80	4,32
2704	1	2	1	92,10	0,23	0,44	12,69	77,58	5,55	0,00	2,99
2704	3	3	1	83,43	0,18	0,55	13,02	67,74	13,57	0,98	4,75
2704	4	4	1	90,45	0,22	0,48	13,17	74,48	7,13	0,49	3,00
2874	1	1	1	88,01	0,23	0,71	16,61	67,67	9,31	0,54	3,57
2874	2	2	1	90,31	0,15	0,27	11,60	77,30	7,70	0,43	2,70
2874	4	3	1	92,55	1,96	4,64	23,56	59,55	5,42	0,32	2,43
2874	3	4	1	90,89	2,34	5,11	22,53	57,65	6,78	0,47	2,64
2887	4	1	1	86,87	0,25	0,39	9,18	76,35	11,57	0,56	3,02
2887	3	2	1	88,27	1,20	2,84	19,23	62,30	9,27	0,64	3,42
2887	2	3	1	80,34	4,37	5,92	21,48	46,46	17,41	0,77	4,92
2887	1	4	1	83,39	0,18	0,64	15,80	64,77	13,67	0,94	4,78
2758	4	1	1	87,54	0,22	0,58	16,55	67,32	10,31	0,62	3,39
2758	3	2	1	79,51	0,32	0,82	13,54	63,59	17,08	1,04	8,40
2758	1	3	1	85,96	0,25	0,84	18,49	62,94	11,92	0,74	4,91
2758	2	4	1	83,83	0,13	0,46	14,55	66,60	13,80	0,63	3,97
2802	1	1	2	89,66	0,31	0,86	17,75	67,64	7,45	0,44	2,87
2802	3	2	2	86,82	0,52	2,84	21,49	59,96	10,80	0,94	4,04
2802	4	3	2	15,22	0,13	0,41	12,88	0,00	81,78	1,04	4,06
2802	2	4	2	82,00	0,88	1,44	15,67	61,89	15,41	0,65	4,07
3122	3	1	2	88,27	1,20	2,84	19,23	62,30	9,27	0,64	3,42
3122	1	2	2	85,47	0,22	0,79	16,36	64,77	11,71	1,05	3,99
3122	2	3	2	67,19	0,14	0,49	14,38	50,37	29,20	0,78	3,68
3122	4	4	2	75,87	0,54	1,28	14,34	57,91	21,70	0,68	4,00
2726	4	1	2	75,87	0,54	1,28	14,34	57,91	21,70	0,68	4,00
2726	2	2	2	86,01	0,18	0,71	14,79	67,93	11,34	0,50	4,83
2726	3	3	2	87,54	0,94	2,46	18,67	62,88	10,00	0,71	3,61
2726	1	4	2	90,11	0,21	0,67	18,07	67,72	7,09	0,34	2,27
2421	2	1	2	82,00	0,88	1,44	15,67	61,89	15,41	0,65	4,07
2421	4	2	2	90,60	0,35	0,94	13,69	73,49	7,20	0,64	3,08
2421	1	3	2	89,36	0,21	0,76	17,11	68,27	7,80	0,29	3,18
2421	3	4	2	92,68	2,73	5,14	22,56	58,82	4,87	0,20	2,29

Tabela 5C – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao perfil de ácidos graxos do lipídio da digesta omasal (% do óleo presente no omaso). REL = relação C18:1*t*11/(C18:2 + C18:3).

A	T	P	Q	C18:1 <i>t</i> 11	POLI	C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12	C18:3 <i>n</i> 6	C18:1 <i>trans</i>	C18:1 <i>cis</i>	REL
2704	2	1	1	7,18	1,48	1,35	0,08	7,52	5,12	0,12
2704	1	2	1	2,11	1,50	0,80	0,69	2,56	2,99	0,04
2704	3	3	1	6,83	2,30	1,33	0,85	7,43	5,86	0,21
2704	4	4	1	3,02	1,79	0,91	0,88	3,42	3,49	0,07
2874	1	1	1	4,44	1,92	1,42	0,47	4,84	4,17	0,08
2874	2	2	1	3,85	1,27	0,56	0,66	4,47	3,12	0,07
2874	4	3	1	2,20	1,71	1,32	0,38	2,46	2,75	0,05
2874	3	4	1	2,82	1,59	0,94	0,65	3,31	3,11	0,09
2887	4	1	1	7,45	1,05	0,53	0,53	7,98	3,59	0,18
2887	3	2	1	4,38	1,73	1,14	0,54	4,86	4,11	0,14
2887	2	3	1	11,08	1,90	1,06	0,55	11,41	5,77	0,19
2887	1	4	1	6,86	2,44	1,89	0,55	7,59	5,85	0,13
2758	4	1	1	5,42	1,21	1,16	0,05	5,96	4,01	0,16
2758	3	2	1	7,00	2,69	1,73	0,86	7,36	9,43	0,17
2758	1	3	1	5,37	1,45	1,45	0,00	5,70	5,73	0,10
2758	2	4	1	8,22	1,66	1,04	0,62	8,91	4,68	0,12
2802	1	1	2	3,40	2,04	1,29	0,71	3,74	3,31	0,06
2802	3	2	2	5,09	1,83	1,18	0,51	5,55	5,09	0,16
2802	4	3	2	5,83	2,11	1,16	0,83	76,21	5,35	0,14
2802	2	4	2	9,86	1,85	1,22	0,54	10,35	4,82	0,17
3122	3	1	2	4,38	1,73	1,14	0,54	4,86	4,11	0,14
3122	1	2	2	5,70	2,06	1,59	0,32	6,23	5,19	0,11
3122	2	3	2	23,62	2,83	2,19	0,52	24,15	4,89	0,40
3122	4	4	2	4,70	1,81	1,06	0,72	16,75	4,74	0,09
2726	4	1	2	4,70	1,81	1,06	0,72	16,75	4,74	0,11
2726	2	2	2	5,22	1,99	1,12	0,79	5,66	5,32	0,09
2726	3	3	2	4,82	1,73	1,15	0,52	5,33	4,38	0,15
2726	1	4	2	3,94	1,94	1,06	0,88	4,12	2,61	0,07
2421	2	1	2	9,86	1,85	1,22	0,54	10,35	4,82	0,16
2421	4	2	2	2,70	1,53	0,69	0,84	3,06	3,84	0,06
2421	1	3	2	3,70	2,01	1,89	0,13	3,95	3,47	0,07
2421	3	4	2	1,75	1,73	1,10	0,62	2,04	2,49	0,06