

**ORDEM DOS ENGENHEIROS  
REGIÃO CENTRO**

**UTILIZAÇÃO DE LINHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS  
VOCACIONADOS PARA PRODUÇÃO DE LEITE DO EFECTIVO DA  
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE CASTELO BRANCO**

**ESTÁGIO FORMAL DE ADMISSÃO  
COLÉGIO DE ENGENHARIA AGRONÓMICA**

**PATRONO ENGENHEIRO FRANCISCO DE NORONHA GALVÃO FRANCO FRAZÃO**

**SANDRA DUARTE DA FONSECA DIAS**

**CASTELO BRANCO  
2009**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> – Influência de diferentes rações sobre os Ácidos Gordos Voláteis (AGV) formados no rúmen e destes sobre a composição do leite	<b>10</b>
<b>Figura 2</b> – Vias da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico	<b>12</b>
<b>Figura 3</b> – Planta da Quinta Nossa Senhora de Mércules	<b>17</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

	<b>Página</b>
<b>Quadro 1</b> – Composição média do leite de vários mamíferos	<b>3</b>
<b>Quadro 2</b> – Novos produtos enriquecidos em ómega3	<b>14</b>
<b>Quadro 3</b> – Efectivo bovino Holstein Friesian	<b>18</b>
<b>Quadro 4</b> – Regimes alimentares segundo o período em estudo	<b>19</b>
<b>Quadro 5</b> – Composição analítica dos alimentos utilizados	<b>20</b>
<b>Quadro 6</b> – Concentração das diferentes matérias-primas no alimento composto	<b>20</b>
<b>Quadro 7</b> – Influência dos regimes alimentares nos parâmetros químicos do leite, por vaca	<b>22</b>
<b>Quadro 8</b> – Influência do linho extrudido na composição dos ácidos gordos do leite, por tratamento	<b>23</b>

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS

RESUMO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
<b>2.1. O LEITE</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. A LACTOSE</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. FRACÇÃO PROTEICA</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3. FRACÇÃO LIPÍDICA</b>	<b>7</b>
<b>2.2. MANIPULAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2.3. ÁCIDOS GORDOS E A SAÚDE PÚBLICA</b>	<b>13</b>
<b>2.4. LINHO E SUAS PROPRIEDADES</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>17</b>
<b>3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>3.2. DELINEAMENTO DA PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>18</b>
<b>3.3. ALIMENTAÇÃO, COLHEITA E ANÁLISES LABORATORIAIS</b>	<b>19</b>
<b>3.4. COLHEITA E ANÁLISES LABORATORIAIS DO LEITE</b>	<b>21</b>
<b>3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>21</b>

<b>4. RESULTADOS</b>	<b>22</b>
<b>4.1. O REGIME ALIMENTAR E OS PARÂMETROS QUÍMICOS (TEOR BUTIROSO, TEOR PROTEICO, PRODUÇÃO DE LEITE, LACTOSE, EXTRACTO SECO DESENGORDURADO, CÉLULAS SOMÁTICAS E UREIA) DO LEITE, POR VACA</b>	<b>22</b>
<b>4.3. O REGIME ALIMENTAR E A COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS DO LEITE, POR TRATAMENTO</b>	<b>23</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>29</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO</b>	

## LISTA DE ABREVIATURAS

AGI	Ácidos Gordos Insaturados
AGMI	Ácidos Gordos Monoinsaturados
AGPI	Ácidos Gordos Polinsaturados
AGS	Ácidos Gordos Saturados
AGV	Ácidos Gordos Voláteis
ALA	Ácido alfa-Linolénico
ATP	Adenosina Trifosfatada
C4:0	Ácido Butírico
C10:0	Ácido Cáprico
C12:0	Ácido Láurico
C14:0	Ácido Mirístico
C16:0	Ácido Palmítico
C18:0	Ácido Esteárico
C18:1	Ácido Oleico
C18:3(n-3)	Ácido Linolénico
cit.	Citado
CL IT <sub>3</sub>	Alimento composto teste com linho
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CN	Caseína
CNA	Comissão Nacional do Ambiente
CoA	CoenzimaA
ESACB	Escola Superior Agrária de Castelo Branco
ESD	Extracto Seco Desengordurado
FAO	Organização para a Agricultura e a Alimentação
IT <sub>3</sub>	Índice Técnico de Ómega3
LA	Ácido Linoleico
N	número amostras
n-3	ómega3
n-6	ómega6
NADPH	Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato

NDF	Fibra Neutro Detergente
NP	Norma Portuguesa
NRC	National Research Council
RNAm	Ácido Ribonucleico mensageiro
s/d	sem data
SL	Alimento composto teste sem linho

## RESUMO

Com o objectivo de avaliar o efeito da substituição de fontes de gordura saturada por linho tradi-lin<sup>R</sup> extrudido equilibrando o arraçamento geral e verificando as mais-valias a nível da qualidade do leite produzido, realizou-se um ensaio com o efectivo de vacas leiteiras da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

O estudo consistiu no fornecimento aos animais de uma alimentação base (pastagem, feno de aveia, silagem de milho e alimento composto), alterando apenas a composição do alimento composto com linho (CL IT<sub>3</sub>) ou sem linho (SL) fornecido durante as ordenhas.

Foram definidos dois tratamentos (A e B) com uma média de dias de lactação de 153 dias o tratamento A e de 165 dias o tratamento B.

Num período de nove dias efectuaram-se recolhas de amostras de leite no primeiro e último dia efectivo do ensaio, antecedidas de um período de nove dias para habituação a cada um dos regimes alimentares.

Os resultados obtidos mostram, que no leite recolhido de animais alimentados com CL IT<sub>3</sub> ocorreu diminuição das razões LA/ALA e n-6/n-3, (2,78% ±0,42) e (2,8% ±0,43) respectivamente, em relação ao leite produzido a partir do regime alimentar com SL (5,63% ±1,31) e (5,49% ±1,26), sendo a diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ); verifica-se em todos os AGS, nomeadamente no ácido butírico (C4:0), ácido cáprico (C10:0), ácido láurico (C12:0) e no ácido palmítico (C16:0) a diminuição da quantidade destes em relação à sua quantidade numa alimentação SL, não existindo em nenhum dos casos uma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ); os valores dos AGI aumentam em relação a uma alimentação SL, no entanto, esta diferença continua a não ser significativa ( $p > 0,05$ ); verificámos que o leite produzido com CL IT<sub>3</sub> tinha significativamente ( $p < 0,05$ ) mais AGPI (31,18% ±1,84), CLA (C18:2-cis9-trans11) (0,85% ±0,06), ómega3 (n-3) (0,35% ±0,13) e do ácido alfa-linolénico (ALA) (0,28% ±0,1) relativamente ao leite produzido a partir dos regimes alimentares SL (27,43% ±6,04), (0,63% ±0,17), (0,75% ±0,17) e (0,6% ±0,14), respectivamente.

**Palavras-chave:** Linho extrudido; leite; ácidos gordos; ómega3; ómega6; CLA.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de leite, como indústria agrícola, constitui no Mundo uma actividade indispensável pelo valor nutritivo do alimento leite, cuja composição e produção são resultado da relação de elementos inerentes à vaca e ao seu meio envolvente.

Vários são os factores que poderão influenciar a composição do leite, nomeadamente a raça, a genética, a idade, a alimentação, o meio ambiente, o estado higio-sanitário, o maneio e a técnica de ordenha (Baudet, 1991). A genética, a nutrição e o maneio são para Hullár e Brand (1993) os factores mais importantes.

Destacamos o melhoramento genético e a nutrição como vias a explorar para alterar a composição do leite.

Sabe-se que ao actuarmos via melhoramento genético as modificações são extremamente lentas, e que se repercutirão nas gerações seguintes.

Em relação à nutrição, as modificações efectuadas via alimentar ocorrem de forma quase imediata sendo que esta é, normalmente, a via a escolher para alterar a composição do leite de modo a responder às exigências do mercado.

Segundo Sutton (1989), os alimentos fornecem aos ruminantes os nutrientes que serão percursores, directa ou indirectamente, dos principais sólidos do leite. A formulação da dieta animal é um passo importante, pois é neste ponto que se poderá intervir para ocasionar alterações na composição do leite.

Hoje em dia, nota-se uma aptidão crescente do mercado para a oferta de alimentos com ingredientes que, para além de terem capacidades nutritivas, têm também um papel benéfico para a saúde humana. Com o aumento da oferta destes produtos, há também uma crescente preocupação da população em geral em melhorar a sua qualidade de vida, e consequentemente a sua saúde.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças e perturbações relacionadas com a nutrição são a principal causa de morbilidade e de mortalidade na Europa, comprovando com isso que a alimentação é a base da nossa saúde.

A acompanhar esta crescente preocupação da população com a sua saúde, há também na indústria uma necessidade de acompanhar esta evolução, satisfazendo assim as necessidades da população.

Vários estudos científicos evidenciam os malefícios das gorduras saturadas e outros comprovam que as populações estão cada vez mais afastadas da razão indicada entre e os lípidos tipo ómega6 e ómega3 na sua alimentação, tratando-se assim de um factor de risco.

A utilização de cereais como o milho, o trigo e a cevada além da soja, contribuem para a alteração da razão entre os ácidos linoleico e alfa-linolénico. A pastagem é rica em gorduras do tipo ómega3, uma mais-valia na produção animal e em especial na produção do leite, facto já comprovado em diversas publicações.

Em Portugal Continental devido às características climáticas e ao tipo de produção, não é possível permitir o acesso dos animais às pastagens durante o ano inteiro. É por esta razão que surge o linho de variedades ricas em ómega3, como uma fonte concentrada de ácido alfa-linolénico a ter em conta na alimentação de vacas leiteiras de alta produção.

Com base nessas mesmas necessidades, achou-se conveniente estudar o efeito da introdução do linho extrudido em alimentos compostos com uma fórmula isonutricional, na alimentação de vacas leiteiras.

O linho contém factores tóxicos, sendo por isso necessário um processamento industrial que permita eliminar a sua toxicidade disponibilizando assim a gordura e melhorando a sua digestibilidade.

O objectivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da substituição de fontes de gordura saturada por linho tradi-lin<sup>R</sup> extrudido, equilibrando o arraçamento geral e verificando as mais-valias a nível da qualidade do leite produzido.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O LEITE

O leite, segundo NP-572 de 1981, “é o líquido segregado pelas glândulas mamárias da vaca em estado de saúde normal. Considera-se leite para fins alimentares, a secreção láctea obtida de uma ou mais ordenhas completas e ininterruptas, de uma ou mais fêmeas saudáveis, não fatigadas, mantidas em boas condições alimentares e de higiene, livre de substâncias estranhas, obtido com asseio e isento de colostro”.

Segundo a Directiva 92/46/CEE do Conselho (1992) “considera-se leite para consumo o leite cru: leite produzido pela secreção da glândula mamária de uma ou várias vacas, ovelhas, cabras ou búfalas, e não aquecido a uma temperatura superior a 40°C, nem submetido a um tratamento de efeito equivalente”.

A designação genérica do leite é aplicada exclusivamente ao leite de vaca, devendo o leite proveniente de outras espécies ser designado pelo nome da fêmea produtora (Luquet, 1990).

Devido à riqueza da sua composição química é considerado um alimento de alto valor nutricional e de alta polivalência alimentar. Trata-se de um fluido biológico complexo, produzido pelas fêmeas dos mamíferos, variável de espécie para espécie (Quadro 1) (Nunes, 2004).

**Quadro 1** – Composição média do leite de vários mamíferos

<b>Espécie animal</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Gordura (%)</b>	<b>Sólidos Totais (%)</b>	<b>Lactose (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>
<b>Bovino</b>	3,4	3,7	12,7	4,8	0,7
<b>Ovino</b>	5,5	7,4	19,3	4,8	1,0
<b>Caprino</b>	2,9	4,5	13,2	4,1	0,8
<b>Camelídeo</b>	3,9	5,4	15,6	5,1	0,7

Kaufmann *et al.* (1987) cit. por Nunes (2004)

A composição do leite varia dentro da mesma espécie, de raça para raça e individualmente.

Raças seleccionadas para alta produção produzem leite com baixo conteúdo de sólidos totais. A gordura mostra mais variação entre raças do que a proteína (Juarez e Ramos, 2003).

Os factores de variação da composição do leite podem-se dividir em dependentes do animal e externos ao animal.

Segundo Bencini e Pulina (1997), dos factores dependentes do animal são, para além da raça e do seu próprio genótipo, os factores fisiológicos como a idade, número de partos, número de crias, fase da lactação, e estado de saúde. São factores externos ao animal as técnicas de ordenha e o material nela utilizado, bem como o maneio a que os animais estão sujeitos.

Coulon *et al.* (1998) refere que a fase de lactação é o maior factor de variação da composição do leite, principalmente nos teores de gordura e proteína, conteúdo mineral e algumas enzimas como a plasmina.

Relativamente à fase de lactação, Juarez e Ramos (2003) referem que o colostro das primeiras ordenhas contém elevados níveis de gordura e proteínas (a maioria imunoglobulinas) e baixos níveis de lactose. O abundante nível de proteína no leite decresce durante a 1ª semana pós-parto e depois aumenta gradualmente após o 1º mês até ao fim da lactação e a produção declina. O conteúdo em lactose cai levemente durante a lactação e mais rapidamente no fim.

A nutrição representa, também, um papel importante na produção e composição do leite, especialmente no conteúdo em gordura. A idade, a base genética do animal, a saúde dos animais, as condições ambientais e o maneio, são outros dos factores a ter em conta (Juarez e Ramos, 2003).

Bencini e Pulina (1997) referem que a má nutrição é a maior responsável pela diminuição do teor proteico do leite. Contudo, elevadas quantidades de proteína na dieta provocam um aumento da concentração de azoto não proteico, principalmente ureia, com prejuízo para a posterior transformação do leite. Segundo os mesmos autores, dietas ricas em hidratos de carbono e pobres em fibras afectam as fermentações ruminais conduzido a uma diminuição da produção do leite e do seu teor butiroso. O teor butiroso do leite apresenta uma correlação positiva com o teor de fibra da dieta.

A relação existente entre a composição do regime alimentar e os constituintes individuais do leite não é simples. Quer isto dizer que o aumento de um determinado constituinte no alimento nem sempre resulta num aumento da secreção de um constituinte similar no leite ou num aumento relativo da concentração de outros constituintes (Sutton, 1989). Segundo o mesmo autor, este facto explica-se devido às complexas transformações que ocorrem durante a fermentação ruminal, às influências hormonais e às restrições fisiológicas e bioquímicas resultantes das vias através das quais os constituintes sólidos do leite são sintetizados e secretados pelas células da glândula mamária.

### **2.1.1. A LACTOSE**

A lactose é um glúcido específico do leite (Luquet, 1990).

É um dissacárido formado pela união de uma molécula de  $\alpha$  ou  $\beta$ - glucose e outra de  $\beta$ - galactose (Sá e Barbosa, 1990).

Segundo Nunes (2004), é o açúcar mais abundante do leite e por isso um importante contribuinte energético da dieta humana.

A lactose é o constituinte do leite osmoticamente mais activo. A sua síntese ocorre aparentemente no complexo de Golgi e é secretada através de vesículas que se movem até à membrana apical e descarregam o seu conteúdo para os alvéolos.

A produção da lactose depende principalmente do aporte e disponibilidade de glucose e da indisponibilidade das unidades de ATP para o transporte da UDP – galactose. Esta reacção é catalizada por uma enzima, lactose-sintetase, que é composta por duas subunidades proteicas, a galactosil transferase e a  $\alpha$ - lactoalbumina (Correia e Correia, 1985).

As fontes de glucose são o ácido propiónico, o glicogénio, forma de reserva de glucose, os aminoácidos, o glicerol e o lactato.

A secreção láctea está intimamente relacionada à síntese da lactose. Há fixação de 90l de água sempre que 50g da lactose são sintetizados, de onde a estreita ligação entre o nível de produção da lactose e o nível de secreção láctea (Luquet, 1990).

Nunes (2004) refere que a quantidade de leite será tanto mais elevada, quanto maior for a quantidade de lactose contida nas células epiteliais secretoras. Isto deve-se ao facto de a lactose estar relacionada com a mobilização de água pela célula secretora para que ocorra o equilíbrio osmótico entre o meio extracelular e o intracelular.

### 2.1.2. FRACÇÃO PROTEICA

A síntese proteica é análoga à síntese verificada noutros tecidos, as proteínas são sintetizadas nos polissomas – ribossomas associados a RNAm – existentes no retículo endoplasmático rugoso (Correia e Correia, 1985).

A fracção proteica do leite cru é constituída por proteínas solúveis e proteínas insolúveis.

As caseínas são proteínas insolúveis, fosfoproteínas, que precipitam por acidificação a pH 4.6 a 20°C. Possuem propriedades físicas que as diferenciam das restantes proteínas e que lhes permitem associarem-se em micelas, partículas em suspensão coloidal com dimensão entre 20 a 600µm. Existem quatro tipos principais de caseína (CN), a  $\alpha$ S1-CN, a  $\alpha$ S2-CN, a  $\beta$ -CN e a k-CN. O grupo de proteínas solúveis, que coagulam por acção do calor, encontram-se solubilizadas no soro do leite e são a  $\beta$ - lactoglobulina, a  $\alpha$ - lactoalbumina, a soroalbumina, as imunoglobulinas e outras proteínas menores, principalmente, a protease-peptona e a lactoferrina, (Swaisgood *et al.*, 2004).

As proteínas do soro representam 17% das proteínas totais do leite de vaca (Luquet, 1990).

A captação dos aminoácidos pela glândula mamária depende da concentração arterial destes, do fluxo de sangue na glândula mamária e do fluxo de aminoácidos através dos tecidos. Os aminoácidos que chegam à glândula mamária sofrem polimerização para formar a proteína do leite ou para formar proteínas celulares ou entrarem em reacções metabólicas produzindo anidrido carbónico, ureia, poliaminas, aminoácidos não essenciais ou passam para o leite sem sofrerem qualquer alteração (aminoácidos livres) (DePeters e Cant, 1990).

As proteínas do leite são totalmente sintetizadas na glândula mamária a partir de aminoácidos que aí chegam via corrente sanguínea (Correia e Correia, 1985).

A disponibilidade dos aminoácidos essenciais, em particular a metionina, pode limitar a produção das proteínas do leite tal como a lisina, a histidina, a fenilalanina e a treonina podem limitar a produção de caseína.

A glândula mamária tem a capacidade de sintetizar aminoácidos em falta com base noutros já existentes (Luquet, 1990).

As caseínas, a  $\alpha$ -lactoalbumina, a  $\beta$ -lactoglobulina e a lactoferrina são produzidas na glândula mamária, enquanto que as imunoglobulinas e a soroalbumina provêm da corrente sanguínea e são incorporadas no leite por simples filtração (Walker *et al.*, 2004).

Hoffman *et al.* (1991) referem que são os processos mamários de síntese proteica, controlados por múltiplas vias hormonais, os únicos responsáveis pela variação do teor de proteína do leite.

A síntese e secreção das proteínas do leite estão dependentes de processos intramamários complexos e da disponibilidade de determinados aminoácidos considerados limitantes (Hoffman *et al.*, 1991; Puyol *et al.*, 1995), factores que dificilmente serão afectados por variações da dieta dos animais, dado que a composição em aminoácidos dos alimentos que atingem o rúmen é completamente diferente daquela que atinge o intestino delgado. Assim sendo, um aumento dos níveis de concentrado na dieta provoca um aumento da produção, embora não aumente significativamente o teor proteico do leite, mas é improvável que altere as proporções relativas das classes de caseínas ou das variantes genéticas.

Segundo Nunes (2004), as variações do conteúdo proteico do leite tendem a acompanhar as da quantidade de leite e as da lactose. Assim, as soluções que provocam incremento na produção, também terão efeito positivo no conteúdo de proteína do leite.

### **2.1.3. FRACÇÃO LIPÍDICA**

A síntese da gordura do leite é um processo muito dinâmico e envolve um grande número de variáveis, responsáveis por marcantes oscilações quantitativas. Entre estas variáveis podemos citar factores associados ao ambiente (características nutricionais, sazonalidade e práticas de manejo), factores intrínsecos ao animal (genética, estado sanitário, balanço energético e período de lactação) e factores metabólico-nutricionais (Barros, 2001).

O mecanismo através do qual se dá a síntese da gordura não é totalmente conhecido, embora se saiba que as moléculas de triglicéridos são sintetizadas pelo retículo endoplasmático da célula epitelial secretora.

À temperatura a que o leite é segregado a gordura apresenta-se numa emulsão microscópica de glóbulos de gordura dispersos em água. Os glóbulos de gordura tomam forma esférica e são estabilizados por uma membrana constituída principalmente por fosfolípidos e proteínas (Correia e Correia, 1985), com um diâmetro médio de 3 a 5µm podendo atingir 20µm (Danthine *et al.*, 2000).

A gordura do leite é constituída principalmente por triglicéridos, fosfolípidos, colesterol e glicolípidos. Os triglicéridos representam 98 a 99% do total dos constituintes (Correia e Correia, 1985).

Os triglicéridos por sua vez são constituídos por três ácidos gordos ligados a uma molécula de glicerol. O glicerol chega à glândula mamária através da corrente sanguínea proveniente da hidrólise dos triglicéridos alimentares. Na célula epitelial secretora a enzima glicerocinase converte-o em glicerol-1-fosfato.

Os ácidos gordos podem ter duas origens: síntese na glândula mamária ou corrente sanguínea. Embora outras espécies possam utilizar a glicose e o acetato para a síntese dos ácidos gordos, a vaca e os ruminantes em geral, usam apenas o acetato, uma vez que, não possuindo a enzima ATP-citrato-liase, não conseguem utilizar fora das mitocôndrias o acetil-CoA existente naquelas, proveniente da glicose a partir do ciclo de Krebs.

Os ruminantes obtêm o acetil-CoA por acção da acetil-CoA sintetase, uma enzima muito activa existente nas células epiteliais secretoras.

Através da enzima acetil-CoA-carboxilase, o acetil-CoA dá origem ao malonil. O malonil, através malonil-CoA é o principal responsável pela síntese de ácidos gordos de cadeia longa.

Contribuem também para a síntese dos ácidos gordos as lipoproteínas de baixa densidade e os produtos provenientes da via das pentoses, nomeadamente o NADPH (Correia e Correia, 1985).

Cerca de 50% dos ácidos gordos dos triglicéridos do leite provêm da corrente sanguínea. No entanto admite-se que a glândula mamária consiga converter alguns ácidos gordos noutros. É o caso do ácido oleico (C18:1) que, existindo em maior quantidade no leite, é incorporado na glândula em menor quantidade que o ácido esteárico (C18:0), que por sua vez, existe em menor quantidade no leite. Admite-se que a glândula mamária sintetize parcialmente alguns ácidos gordos, como é o caso do palmítico (C16:0), havendo outros como o oleico (C18:1) que provêm exclusivamente da corrente sanguínea.

Admite-se que a existência de grande quantidade de ácidos gordos de cadeia curta, possuidores de um baixo ponto de fusão, contribua para manter a gordura num estado líquido (Luquet, 1990).

A gordura do leite é constituída por ácidos gordos saturados como, láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), que contribuem para o aumento de doenças cardiovasculares, quando utilizadas em quantidades acima das adequadas. Mas existem ácidos gordos do leite que são considerados benéficos para a saúde humana (Firkins *et al.*, 2004).

German *et al.* (1997), menciona que o leite de vaca contém ácidos gordos de cadeia curta em maior proporção do que ácidos gordos polinsaturados. A riqueza do leite de ruminante em ácidos gordos saturados deve-se à hidrogenação das gorduras no rúmen e à existência da enzima tioesterase II nas células epitéliais secretoras, que só sintetizam ácidos gordos de cadeia curta (< C16:0).

As gorduras ingeridas são hidrolizadas no rúmen por lipases de origem microbiana, dando origem a glicerol e ácidos gordos saturados e insaturados. Estes últimos sofrem hidrogenação por acção da população microbiana, num processo que constitui um mecanismo de defesa dos próprios microorganismos, pois, os ácidos gordos insaturados exercem um efeito detergente sobre a parede das bactérias (tóxico para os microorganismos). Como resultado da hidrogenação, os ácidos gordos são maioritariamente absorvidos na forma de saturados (German *et al.*, 1997).

O Ácido Linoleico Conjugado (CLA) ocorre naturalmente na carne e leite dos ruminantes e é formado no rúmen e a sua concentração é influenciada pela estação do ano, dieta alimentar, não se sabendo se existem influências genéticas. Possui propriedades anti cancerígenas (Emanuelson *et al.*, 1999).

Nos ruminantes o Ácido Linoleico Conjugado (CLA) as duplas ligações encontram-se normalmente nas posições 9 e 11, mas também nas posições trans7, cis9, cis11, trans13, trans10, e cis12, noutros isómeros que podem ocorrer (Ryhänen *et al.*, 2005)

O termo CLA é utilizado para o isómero do ácido linoleico, que contém uma ligação dupla insaturada (C18:2-cis9-trans11). A gordura de leite contém entre 3 e 6mg de CLA/g gordura, mas os níveis de CLA variam de exploração para exploração. Logo, a forma de minorar estas variações é intervir no regime alimentar (Wu *et al.*, 2005).

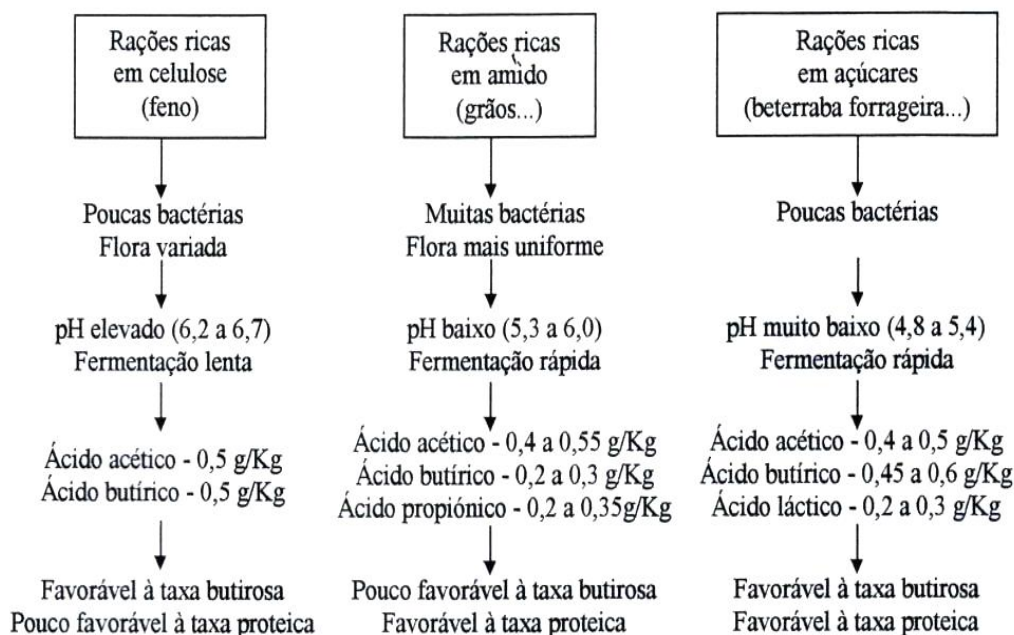
Segundo Doyle *et al.* (2003) o ácido butírico (C4:0), que se encontra presente unicamente no leite dos ruminantes, parece desempenhar um papel importante na prevenção do cancro cólon.

## 2.2. MANIPULAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO

Segundo Grummer (1991), a modificação da gordura no leite pela manipulação da dieta não é um conceito novo. Com o advento da margarina como um substituto da manteiga e recomendações de redução da quantidade de gordura saturada em dietas humanas, nos primeiros anos da década de 70 iniciou-se um intenso período de pesquisas para aumento da quantidade de gordura insaturada no leite alterando a dieta fornecida aos animais.

A composição do regime alimentar condiciona a formação dos Ácidos Gordos Voláteis (AGV) no rúmen. Estes influenciam a composição do leite na sua síntese (Figura1).

**Figura 1** – Influência de diferentes rações sobre os Ácidos Gordos Voláteis (AGV) formados no rúmen e destes sobre a composição do leite



Luquet, 1990

Pelo aumento da quantidade de amido nas dietas para vacas leiteiras obtém-se um aumento na relação propionato:acetato no rúmen, com possíveis aumentos na proteína do leite e decréscimo na gordura (Murphy e O'Mara, 1993).

Chamberlain e Wilkinson (1996), referem que vacas alimentadas com dietas ricas em amido degradável apresentam baixos níveis de gordura no leite quando comparadas com dietas com elevados teores em NDF.

Existem estudos que referem que a redução na relação forragem:concentrado das dietas origina normalmente uma diminuição na concentração de gordura no leite, enquanto que em muitas situações o aumento na ingestão de amidos conduz a aumentos na quantidade e concentração de proteína no leite (Sutton, 1989; Rook *et al.*, 1992).

A concentração de gordura, proteína e lactose do leite pode ser influenciada pela quantidade de energia ingerida, dieta, raça, variações genéticas, época do ano, idade da vaca e fase lactação (Doyle *et al.*, 2003).

Sutton (1989), citado por Doyle *et al.* (2003), refere que a concentração de gordura do leite pode ser aumentada em 3%, por via alimentar, enquanto que a concentração de proteína em 0,6%.

Aumentando a proporção de concentrado/grosseiro, de 40/60 para 80/20, verifica-se um aumento da produção de leite, devido a uma maior percentagem e quantidade de lactose e diminuição do seu teor de gordura (Gaynor *et al.*, 1995).

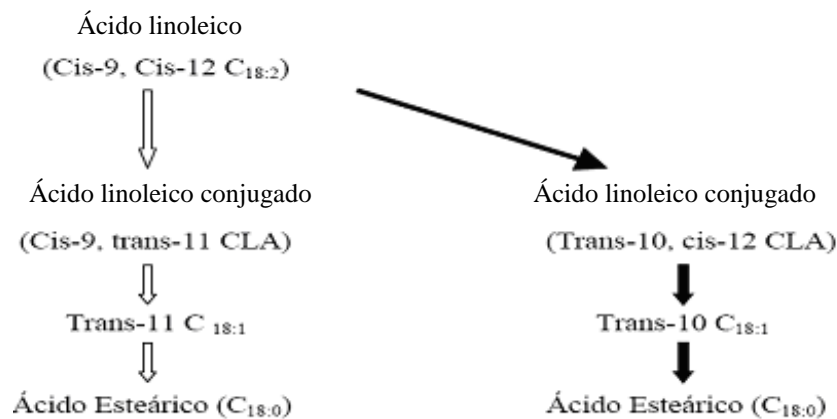
Kennelly (1996) relatou que a manipulação da dieta em que se obtenha um aumento de ácido esteárico (C18:0) e ácido oleico (C18:1) bem como uma diminuição de ácido palmítico (C16:0) e ácido mirístico (C14:0), é que é a considerada desejável para a saúde humana.

Em dietas convencionais, quase todo ácido linoleico (ómega6) e ácido alfa-linolénico (ómega3) são biohidrogenados. Em média, 80% do ómega6 e 92% do ómega3 são saturados devido a biohidrogenação (Fellner *et al.*, 1997).

A biohidrogenação é um acto de defesa natural dos microrganismos do rúmen, contra as gorduras insaturadas que lhes são tóxicas. Portanto, uma grande quantidade de ácidos gordos insaturados na dieta prejudica a degradação da fibra, pois reagem com as membranas celulares das bactérias, principalmente as gram-positivas, fibrolíticas, afectando a integridade da barreira selectiva (Jenkins, 1993).

O produto final da biohidrogenação é o ácido esteárico (C18: 0) (Figura 2).

**Figura 2** – Vias da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico



Bauman e Griinari, 2001

A extensão da hidrólise é dependente da natureza do lípido oferecido. Óleos de plantas, como óleo de linho, são hidrolizados mais completamente, cerca de 90%, do que óleos de peixe, os quais tendem a apresentar menos de 50% de hidrólise (Baer *et al.*, 2001).

Portanto, a adição de ácidos gordos polinsaturados na dieta de animais ruminantes, não é garantia de que apareçam na carne ou leite, uma vez que durante a biohidrogenação parte do glicerol é fermentada em ácido propiónico e os ácidos gordos insaturados são hidrogenados a ácidos gordos saturados (Medeiros, 2002 citado por Coneglian e Fracaro, 2008).

Se por um lado evitar a biohidrogenação pode aumentar a concentração de ácido alfa-linolénico (ómega3) nos produtos derivados (leite e iogurte), por outro lado preservar a biohidrogenação incompleta auxilia a incorporação de CLA (Ácido Linoleico Conjugado) nos mesmos produtos.

A biohidrogenação pode ser evitada com o uso de métodos de protecção dos ácidos gordos no rúmen, seja pelo fornecimento de grãos de oleaginosas com lenta libertação da gordura, ou sais de cálcio de ácidos gordos (gordura protegida) ou ainda a utilização de ionóforos alterando a presença de microrganismos ruminais responsáveis pela biohidrogenação (Silva, 2006 citado por Coneglian e Fracaro, 2008).

### 2.3. ÁCIDOS GORDOS E A SAÚDE PÚBLICA

Organizações de nutrição e de saúde pública propõem mudanças nos hábitos alimentares das populações, nomeadamente a redução do consumo de gorduras saturadas e o aumento da ingestão de gorduras insaturadas, tanto das mono-insaturadas (azeites), como das polinsaturadas (ómega3, ómega6) (Bessa, 1999).

As gorduras polinsaturadas ómega6 (ácido linoleico) e ómega3 (ácido alfa-linolénico) apesar de terem sido descobertas em 1886-87 (extraídas do linho – daí o seu prefixo “lin”) e de já em 1923 terem sido consideradas “essenciais” (então designadas por Vitamina F), só muito recentemente têm vindo a merecer a máxima atenção por parte da investigação (Bessa, 1999).

Os ácidos gordos polinsaturados da família ómega3 são hoje reconhecidos como importantes nutrientes e que devem estar em equilíbrio com os ácidos gordos polinsaturados da família ómega6. Desequilíbrios na razão ómega6/ómega3 da dieta estão associados a riscos acrescidos de doenças cardiovasculares e outras degenerativas, recomendando-se que a razão ómega6/ómega3 se situe abaixo de 5 (Bessa *et al.*, 2007).

Os ácidos ómega6 e ómega3 são conhecidos como ácidos gordos essenciais, porque os humanos tal como os mamíferos, não podem sintetizá-los e, portanto, precisam obtê-los a partir da dieta (Brenner, 1987).

Numerosos estudos clínicos têm demonstrado a redução da incidência de enfartes do miocárdio, de mortalidade cardiovascular e de doenças mentais e neuro-degenerativas mediante alimentação rica em ácidos gordos polinsaturados ómega3, dados os seus efeitos cardio-protectores, anti-inflamatórios, anti-aterogénicos e anti-trombogénicos.

Em 1978 o cientista dinamarquês Dyerberg provou que os ácidos gordos ómega3 são cardio-protectores. Nos anos 90, estudos clínicos demonstraram que alimentação com ómega3 reduz a incidência de enfartes cardíacos e de mortalidade cardiovascular, bem como de certas doenças mentais (depressão) e neuro-degenerativas (Alzheimer) (Bessa *et al.*, 2007).

Em 1982 os cientistas suecos Bergstrom e Samuelson e o britânico Vane receberam o prémio Nobel por demonstrarem o papel central no organismo animal/humano das moléculas com efeito “hormonal” (que fazem funcionar o nosso corpo, regulando a fertilidade, a imunidade, a fluidez do sangue/agregação das plaquetas, a inflamação) que são produzidas a partir de dois precursores – ácidos gordos polinsaturados ómega6 e ómega3 (Bessa *et al.*, 2007).

Em 1999, num estudo conduzido em França, a suplementação da alimentação com ómega3 reduziu em 80% a mortalidade cardiovascular num grupo de 300 pessoas que já tinham sofrido de enfarte do miocárdio.

Como tal, só em 2005/2006 a nível mundial foram lançados 460 novos produtos enriquecidos em ómega3 (Quadro 2).

**Quadro 2 – Novos produtos enriquecidos em ómega3**

<b>New food products with omega-3 enrichment</b>			
	2005	2006	
Butter & Yellow Fats	33	59	
Cheese	22	29	
Cream & Creamers	5	4	
Drinking Yogurts & Liquid Cultured Milk	10	14	
Eggs & Egg Products	22	28	
Evaporated Milk	0	0	
Flavoured Milk	7	9	
Liquid Dairy Other	0	1	
Meat Products	17	29	
Poultry Products	5	24	
Rice/Nut/Grain & Seed Based Drinks	0	5	
Soy Based Drinks	19	33	
Soy Yogurt	6	3	
Spoonable Yogurt	16	21	
White Milk	20	19	
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>278</b>	<b>460</b>

FEED International, April 2007

## 2.4. LINHO E SUAS PROPRIEDADES

O linho é uma das plantas mais antigas que ainda hoje se cultiva. As fibras da sua palha eram utilizadas na indústria têxtil, e as suas sementes, eram esmagadas e fervidas para serem utilizadas em alimentação animal desde o período neolítico.

A semente do linho contém entre 30 a 50% de óleo.

O linho é uma das oleaginosas cujo óleo é rico em ácidos gordos ómega3 (53% do total de ácidos gordos) (NRC, 2001), podendo ser fornecido nas dietas de vacas leiteiras com o objectivo de aumentar esses ácidos gordos no leite (Cavalieri, 2003 citado por Coneglian e Fracaro, 2008). Além disso, o grão de linho apresenta 32% de gordura com 60% dos ácidos gordos considerados polinsaturados, podendo contribuir para aumentar a concentração de CLA no leite dos animais durante a biohidrogenação (Ward *et al.*, 2002).

O óleo das variedades tradicionais do linho tem na sua composição entre 45 e 65% de ácido linolénico (C18: 3(n-3)) o que faz com que a composição em AGV deste óleo seja muito parecida com a dos AGV das pastagens de Primavera.

Desde sempre se verificou que as vacas com acesso a pastagem têm maior e melhor produtividade.

Fornecer aos animais em estabulação um aporte qualitativo de lípidos semelhante ao da pastagem no estado precoce na qual a gordura pode representar 10 % da matéria seca, sendo a maior parte gordura tipo ómega3, revela-se uma solução interessante.

O linho passa por um processo de extrusão para libertar a gordura, proteger a proteína, eliminar factores anti-nutritivos e tóxicos melhorando a digestibilidade.

Esta destruição das lipases e agentes cianogénicos é feita através da extrusão, procedimento industrial complexo que envolve as seguintes etapas: formulação específica, moagem e mistura de matérias-primas a incorporar, preparação térmica, maturação, passagem no extrusador, secagem e arrefecimento.

A extrusão é um processo que permite melhorar a qualidade biológica da maioria das matérias-primas que se utilizam na elaboração de rações compostas, mediante a cozedura a temperatura, humidade e pressão muito altas, durante um período de tempo muito curto.

Este procedimento além da eliminação dos agentes cianogénicos, permite ainda cozer o amido e a libertação do óleo.

Vários estudos científicos comprovam as vantagens da utilização do linho no produto final.

Em Portugal já foram feitos alguns estudos nomeadamente em bovinos de carne. Segundo Bessa *et al.* (2007), a incorporação de semente de linho na dieta de novilhos de engorda intensiva permite melhorar a qualidade dietética da gordura da carne produzida e simultaneamente melhorar a sua aceitabilidade pelos consumidores. A introdução de semente de linho na dieta dos novilhos aumentou 2,6 vezes o teor de ácidos gordos ómega3, não afectando a concentração dos ácidos gordos ómega6, o que originou uma redução da razão ómega6/ómega3 para valores muito próximos do recomendado. A suplementação com óleo de linho também reduziu a concentração dos ácidos gordos saturados de uma forma particularmente benéfica, devido à redução do ácido palmítico (C16:0), que é o principal ácido gordo saturado com efeitos hipercolesterémios.

It<sub>3</sub> é o índice técnico de ómega3 que permite trabalhar em nutrição com este tipo de gordura de forma a otimizar a produção do ponto de vista qualitativo e quantitativo. Equilibrar a ração diária em It<sub>3</sub> é equilibrar o fornecimento de ómega3 natural na alimentação. Assim, optimizam-se dois aspectos indissociáveis, a produção e a saúde (REAGRO, s/d). O mesmo autor refere que para se poder aplicar o conceito It<sub>3</sub>, foi utilizado linho da variedade tradi-lin<sup>R</sup>, submetido a um processo de extrusão, obtendo assim um suplemento designado Extrulin.

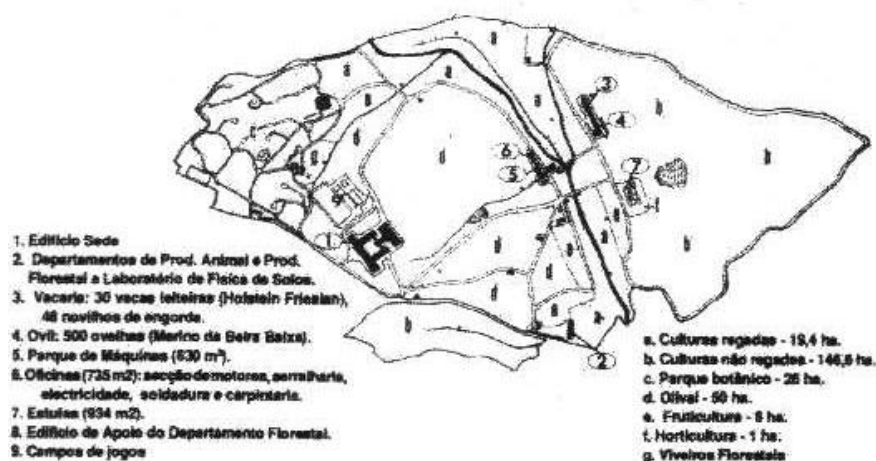
A correcção de It<sub>3</sub> no fornecimento nutricional, resulta numa forte melhoria ao nível da reprodução, do melhoramento do estado do animal (pele e pêlo, as perdas de peso nas fase pós-parto são reduzidas), do aumento da produção (100g de Extrulin corresponde a um aumento de produção na ordem dos 10%), da alteração no perfil dos ácidos gordos (mais C18:1, menos C16:0, mais AGPI, três vezes mais ómega3), na redução da produção de metano e na redução do teor butiroso (REAGRO, s/d).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO

O trabalho foi realizado na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, localizada na Quinta Nossa Senhora de Mércules (latitude 39° 48'N; longitude 7° 29'W) que possui uma superfície total de 166ha (Figura 3).

**Figura 3** – Planta da Quinta Nossa Senhora de Mércules



Escola Superior Agrária de Castelo Branco (s/d)

Os solos são predominantemente ácidos com pH que varia de 4,6 a 5,5, com baixa fertilidade e fraca retenção de água (CNA, 1980).

Segundo o esquema da FAO para a carta de solos da Europa (CNA, 1978) o concelho de Castelo Branco possui pedologia Cambiosolos Dísticos.

No clima, segundo Horta e Gomes (1984), no concelho de Castelo Branco destaca-se um período seco e quente entre Junho e Setembro e outro húmido e frio que inclui os restantes meses do ano. Em relação à precipitação, ocorre de forma irregular e concentra-se sobretudo no período de Inverno.

### 3.2. DELINEAMENTO DA PARTE EXPERIMENTAL

Do total do efectivo bovino Holstein Friesian da instituição Escola Superior Agrária de Castelo Branco, foram escolhidas doze vacas, animais até 305 dias em lactação durante o período em estudo.

Foram definidos dois tratamentos (A e B) com seis vacas cada um, o tratamento A com uma média de dias de lactação de 153 dias e o tratamento B de 165 dias (Quadro 3).

**Quadro 3** – Efectivo bovino Holstein Friesian

Número interno	Número SIA	Data nascimento	Dias lactação	Média dias lactação	Tratamento
907	440608486	27-08-1999	235		
110	740659880	22-05-2001	62		
206	040767449	10-07-2002	123	153	A
501	740748263	16-03-2005	274		
507	740748268	20-06-2005	140		
511	940799573	27-08-2005	81		
906	640608423	05-08-1999	103		
209	340767452	27-08-2002	203		
403	640736459	24-02-2004	228	165	B
410	240774736	27-07-2004	110		
502	540748264	29-04-2005	278		
508	540748269	05-07-2005	67		

Os animais tiveram como regime base pastagem, feno de aveia *ad. libitum* na pastagem e no parque onde pernoitam, feno de aveia regada com melaço diluído em água quente no parque espera para ordenha da tarde e silagem de milho.

O manejo dos animais corresponde ao manejo normal que ocorria no período anterior à realização do trabalho, sendo a única modificação a alteração do alimento composto, fornecido aos animais durante as ordenhas.

Esta alteração foi devidamente acompanhada, principalmente durante as ordenhas, período em que os animais ingeriam o alimento composto. Garantiu-se, assim o rigor dos resultados finais.

A variação do regime alimentar, durante o período de estudo, incidiu sobre a distribuição de alimento composto teste com linho (CL IT<sub>3</sub>) a um dos tratamentos e o outro, em simultâneo, ingeria um alimento composto sem linho (SL) (Quadro 4).

**Quadro 4** – Regimes alimentares segundo o período em estudo

Período	Tratamento	Pastagem	Silagem milho	Feno aveia	SL	CL IT <sub>3</sub>
1	A	40kg <sup>*a</sup>	25kg <sup>*</sup>	15kg <sup>*</sup>	10kg <sup>*</sup>	
	B	40kg <sup>*a</sup>	25kg <sup>*</sup>	15kg <sup>*</sup>		10kg <sup>*</sup>
2	A	40kg <sup>*a</sup>	25kg <sup>*</sup>	15kg <sup>*</sup>		10kg <sup>*</sup>
	B	40kg <sup>*a</sup>	25kg <sup>*</sup>	15kg <sup>*</sup>	10kg <sup>*</sup>	

\*- alimentos fornecidos em fresco; <sup>a</sup> estimativa de consumo; SL – alimento composto sem linho; CL IT<sub>3</sub> – alimento composto teste com linho; kg- kilograma.

Assim sendo realizou-se um delineamento uni-factorial, para estudar o efeito de um único factor (regime alimentar) com dois níveis, alimento composto com linho (CL IT<sub>3</sub>) e sem linho (SL), sobre vários parâmetros.

Num período de nove dias efectuaram-se recolhas de amostras de leite no primeiro e último dia efectivo do ensaio, antecedidas de um período de nove dias para habituação a cada um dos regimes alimentares.

Os animais em estudo foram pesados no primeiro e último dia efectivo do ensaio, em relação à condição corporal individual foi avaliada no início e final do período de estudo.

### 3.3. ALIMENTAÇÃO, COLHEITA E ANÁLISES LABORATORIAIS

A recolha de amostras de silagem de milho, dos alimentos forrageiros e de alimento composto para análise laboratorial efectuou-se por duas vezes durante o período de tempo do estudo. Em relação à pastagem efectuou-se, antes de cada entrada e no dia seguinte à saída, um corte representativo por amostragem, para se estimar a quantidade disponível e a ingerida pelos animais em estudo.

No Laboratório de Nutrição da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) determinou-se: Matéria Seca (MS); Cinzas; Proteína Bruta (PB); Gordura Bruta (GB); Fibra Bruta (FB) (alimento composto); NDF e ADF (alimentos forrageiros) (Quadro 5).

**Quadro 5** – Composição analítica dos alimentos utilizados

<b>%</b>	<b>Pastagem</b>	<b>Silagem milho</b>	<b>Feno aveia</b>	<b>Alimento composto</b>
<b>MS</b>	20,42	31,00	94,32	91,50
<b>MOMS</b>	89,51	95,80	93,98	92,00
<b>PBMS</b>	18,36	8,40	10,00	20,00
<b>NDFMS</b>	42,65	51,30	63,48	
<b>ADFMS</b>		30,60	37,70	
<b>GBMS</b>	2,52		2,30	4,80
<b>FBMS</b>				6,00
<b>CinzasMS</b>	10,49	4,20	6,02	8,00

%- percentagem; MS- matéria seca; MOMS- matéria orgânica na matéria seca; PBMS- proteína bruta na matéria seca; NDFMS- fibra neutro detergente; ADFMS- fibra ácido detergente; GBMS- gordura bruta na matéria seca; FBMS - fibra bruta na matéria seca; CinzasMS- cinzas na matéria seca.

O alimento composto sem linho (SL) e o teste com linho (CL IT<sub>3</sub>) tinham as mesmas características analíticas, as diferenças incidiam nas concentrações das matérias-primas incorporadas (Quadro 6).

**Quadro 6** – Concentração das diferentes matérias-primas no alimento composto

	<b>Bagaço de soja 44</b>	<b>Milho grão</b>	<b>Melaço</b>	<b>Bagaço de colza</b>	<b>Polpa de citrinos</b>	<b>Sabão cálcico</b>	<b>Linho extrudido</b>
<b>SL</b>	29%	40%	4%	9%	5%	1,5%	
<b>CL IT<sub>3</sub></b>	27%	40%	4%	7%	9,5%		8%

SL – alimento composto sem linho; CL IT<sub>3</sub> – alimento composto teste com linho; %- percentagem.

### **3.4. COLHEITA E ANÁLISES LABORATORIAIS DO LEITE**

Efectuaram-se recolhas de leite, quer do tanque de refrigeração quer individualmente das doze vacas seleccionadas, no primeiro e último dia efectivo do ensaio.

O leite foi recolhido na ordenha da manhã e da tarde, do mesmo dia, e a amostra do tanque foi recolhida do leite das duas ordenhas.

Efectuou-se a determinação dos parâmetros relacionados com a qualidade do leite (Teor Proteico, Teor Butiroso, Lactose, Extracto Seco Desengordurado, Células Somáticas, Ureia) utilizando o Combifoss (Milko-Scan e Fossomatic).

A análise do perfil dos ácidos gordos (sob a forma de ésteres metílicos) dos leites realizou-se recorrendo à cromatografia gasosa.

### **3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Com os dados obtidos do ensaio e recorrendo ao programa estatístico SPSS realizou-se uma análise de variância para cada parâmetro, (Montgomery, 2001) tendo como objectivo estudar o efeito do factor regime alimentar sobre o parâmetros químicos e perfil qualitativo da gordura do leite (Anexo).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. O REGIME ALIMENTAR E OS PARÂMETROS QUÍMICOS (TEOR BUTIROSO, TEOR PROTEICO, PRODUÇÃO DE LEITE, LACTOSE, EXTRACTO SECO DESENGORDURADO, CÉLULAS SOMÁTICAS E UREIA) DO LEITE, POR VACA

No Quadro 7 verificamos que não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre uma alimentação com linho em comparação com uma sem linho e os parâmetros químicos do leite, por vaca.

**Quadro 7** – Influência dos regimes alimentares nos parâmetros químicos do leite, por vaca

	<b>N</b>	<b>CL IT<sub>3</sub></b>	<b>SL</b>	<b>Sig.</b>
<b>Teor Butiroso (%)</b>	20	3,74 ( $\pm 0,46$ )	3,91 ( $\pm 0,34$ )	<i>NS</i>
<b>Gordura (kg)</b>		1,12	1,15	
<b>Teor Proteico (%)</b>	20	3,22 ( $\pm 0,3$ )	3,2 ( $\pm 0,28$ )	<i>NS</i>
<b>Proteína (kg)</b>		0,97	0,94	
<b>Produção leite (l)</b>	20	30,02 ( $\pm 4,22$ )	29,51 ( $\pm 4,33$ )	<i>NS</i>
<b>Lactose (%)</b>	20	4,99 ( $\pm 0,13$ )	4,98 ( $\pm 0,14$ )	<i>NS</i>
<b>ESD (%)</b>	20	8,79 ( $\pm 0,33$ )	8,76 ( $\pm 0,31$ )	<i>NS</i>
<b>CS (x1000)</b>	20	81,06 ( $\pm 64,57$ )	71,31 ( $\pm 55,69$ )	<i>NS</i>
<b>Ureia (ppm)</b>	20	294,79 ( $\pm 49,52$ )	295,83 ( $\pm 50,62$ )	<i>NS</i>

NS – não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ); N – tamanho amostra; ppm – parte por milhão; % -percentagem; l – litro; kg – kilograma; SL – alimento composto sem linho; CL IT<sub>3</sub> – alimento composto teste com linho; CS – células somáticas; ESD – extracto seco desengordurado.

Visualiza-se, no quadro acima referido, que ocorre um ligeiro decréscimo no teor butiroso com a utilização do linho, enquanto o teor proteico, a lactose, o ESD e a ureia praticamente não sofrem alterações assinaláveis.

No entanto, denota-se um ligeiro aumento na produção de leite nos animais alimentados com CL IT<sub>3</sub>, embora essa diferença também não seja significativa ( $p > 0,05$ ).

## 4.2. O REGIME ALIMENTAR E A COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS DO LEITE, POR TRATAMENTO

No Quadro 8 pode-se observar as alterações no perfil dos ácidos gordos resultantes da introdução do linho na alimentação das vacas leiteiras.

**Quadro 8** – Influência do linho extrudido na composição dos ácidos gordos do leite, por tratamento

<b>%</b>	<b>N</b>	<b>CL IT<sub>3</sub></b>	<b>SL</b>	<b>Sig.</b>
<b>C4:0</b>	4	2,18 (±0,46)	2,53 (±0,5)	NS
<b>C10:0</b>	4	2,58 (±0,26)	2,65 (±0,37)	NS
<b>C12:0</b>	4	3,25 (±0,19)	3,3 (±0,14)	NS
<b>C16:0</b>	4	29,98 (±2,08)	33,45 (±5,04)	NS
<b>AGS (Total)</b>	4	69,1 (±1,91)	72,85 (±6,02)	NS
<b>AGI (Total)</b>	4	31,18 (±1,84)	27,43 (±6,04)	NS
<b>C18:1</b>	4	23,98 (±1,29)	21,4 (±4,67)	NS
<b>AGMI (Total)</b>	4	26,9 (±1,43)	24,28 (±5,33)	NS
<b>AGPI (Total)</b>	4	4,28 (±0,43)	3,15 (±0,73)	*
<b>CLA</b>	4	0,85 (±0,06)	0,63 (±0,17)	*
<b>Ómega6 (n-6)</b>	4	2,05 (±0,17)	1,8 (±0,29)	NS
<b>Ómega3 (n-3)</b>	4	0,75 (±0,17)	0,35 (±0,13)	*
<b>ALA</b>	4	0,6 (±0,14)	0,28 (±0,1)	*
<b>LA</b>	4	1,63 (±0,13)	1,48 (±0,29)	NS
<b>LA/ALA</b>	4	2,78 (±0,42)	5,63 (±1,31)	*
<b>n-6/n-3</b>	4	2,8 (±0,43)	5,49 (±1,26)	*
<b>C18:1/C16:0</b>	4	0,8 (±0,1)	0,66 (±0,22)	NS

NS – não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ); \* são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ); N – tamanho amostra; % - percentagem; SL – alimento composto sem linho; CL IT<sub>3</sub> – alimento composto teste com linho.

Analisando as alterações a nível dos ácidos gordos saturados (AGS), constatamos que apesar de não haver diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), existe uma diminuição da sua percentagem com a utilização do linho, em comparação com a alimentação sem linho.

Esta situação verifica-se em todos os AGS, nomeadamente no ácido butírico (C4:0), ácido cáprico (C10:0), ácido láurico (C12:0) e no ácido palmítico (C16:0), ou seja, na alimentação em que utilizamos o linho há uma situação comum a todos estes ácidos, a diminuição da quantidade destes em relação à quantidade numa alimentação sem linho, não existindo em nenhum dos casos uma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

Pelo contrário, quando falamos dos ácidos gordos insaturados (AGI) notamos exactamente o oposto. Numa alimentação com linho os valores dos AGI aumentam em relação a uma alimentação sem linho, no entanto, esta diferença continua a não ser significativa ( $p > 0,05$ ).

De entre os AGI, o ácido oleico (C18:1) e os AGMI apresentam um aumento na quantidade produzida quando utilizado linho na alimentação das vacas, embora as diferenças não sejam significativas ( $p > 0,05$ ).

A percentagem dos ácidos gordos polinsaturados (AGPI) é significativamente mais elevada no leite do regime alimentar CL IT<sub>3</sub> (31,18%  $\pm$ 1,84) do que no leite produzido a partir dos regimes alimentares SL (27,43%  $\pm$ 6,04) ( $p < 0,05$ ).

O valor em CLA (C18:2-cis9-trans11) no leite obtido com alimento CL IT<sub>3</sub> é mais elevado (0,85%  $\pm$ 0,06) do que o do leite obtido com alimento SL (0,63%  $\pm$ 0,17) ( $p < 0,05$ ).

O leite obtido do regime alimentar SL tem uma menor percentagem de ómega3 (n-3) (0,35%  $\pm$ 0,13) e do ácido alfa-linolénico (ALA) (0,28%  $\pm$ 0,1) comparativamente com o outro regime alimentar CL IT<sub>3</sub>, (0,75%  $\pm$ 0,17) e (0,6%  $\pm$ 0,14) respectivamente, ( $p < 0,05$ ).

Relativamente ao ómega6 (n-6) e ao ácido linoleico, visualiza-se um aumento da sua quantidade com a utilização do linho, embora nestes casos a diferença não seja estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

No Quadro 8 podemos verificar que o alimento CL IT<sub>3</sub> favorece a diminuição das razões LA/ALA e n-6/n-3, (2,78%  $\pm$ 0,42) e (2,8%  $\pm$ 0,43) respectivamente, quando comparado com o leite produzido a partir do regime alimentar com SL (5,63%  $\pm$ 1,31) e (5,49%  $\pm$ 1,26), sendo a diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

A razão entre C18:1/C16:0 apresenta valores mais elevado quando os animais são alimentados com CL IT<sub>3</sub> do que quando se alimentam com SL, embora as diferenças não sejam significativas ( $p > 0,05$ ).

No que respeita à variação das quantidades dos diferentes ácidos gordos, notamos que na maioria dos casos, essa variação é menor quando fornecemos aos animais o concentrado do qual o linho faz parte da composição.

## 5. DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos confirma-se que a manipulação da dieta animal influencia a produção leiteira, bem como a composição química do leite.

No que respeita aos parâmetros químicos, não foram registadas alterações estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ). No entanto verifica-se tanto na análise individual por vaca, como na mistura do leite por tratamentos nos diferentes períodos, que existiram pequenas alterações que podiam ser mais relevantes num conjunto maior de amostras.

A diminuição da quantidade de gordura com a utilização do linho é uma das alterações que podemos ter em atenção, mas que também poderá ser explicada pelo facto de utilizarmos silagem de milho.

Segundo Sutton (1989) a silagem de milho rica em glúcidos facilmente fermentescíveis tem um reflexo negativo no teor butiroso. De qualquer forma esta é uma situação que pode ser benéfica para os produtores pois a gordura tem tendência a ser desvalorizada no futuro, podendo assim ser mais um factor a contribuir para a utilização do linho na alimentação de vacas leiteiras.

A proteína não sofreu praticamente alterações com a utilização do linho, situação esperada. Segundo Walker *et al.* (2004) estabeleceu-se que a concentração da proteína do leite está positivamente correlacionada com a ingestão de energia metabolizável, excepto quando a energia metabolizável provem da digestão dos lípidos.

De referir ainda que o aumento da proteína está positivamente relacionado com o aumento da produção e da lactose, situação que não se verifica com a utilização do linho, apenas na produção é registado um ligeiro aumento.

Nos restantes parâmetros químicos, não se registam alterações, pois ao utilizarmos dois concentrados isoenergéticos e isonutricionais, não estávamos a favorecer essas alterações, embora possamos registar aquando da análise das misturas do leite um valor de ureia mais baixo com a utilização do linho.

No período em que os animais foram alimentados com CL IT<sub>3</sub> verificou-se um aumento nos ácidos gordos insaturados (AGI) e uma diminuição nos ácidos gordos saturados (AGS). Este facto é referido por REAGRO (s/d) que menciona que o fornecimento nutricional de extrulin resulta numa alteração no perfil dos ácidos gordos (mais C18:1, menos C16:0, mais AGPI, até três vezes mais ómega3).

A diminuição dos ácidos gordos saturados no global representa mais uma vantagem para o ser humano, pois estes ácidos gordos, quando consumidos em excesso, contribuem para o aumento da ocorrência de doenças cardiovasculares (Firkins *et al.*, 2004).

Bessa *et al.* (2007) refere que o aumento dos ácidos gordos polinsaturados e dentro destes, o ómega3 é outro resultado importante, devido aos seus efeitos cardio-protectores, anti-inflamatórios, anti-aterogénicos e anti-trombogénicos contribuindo, assim, para a redução da incidência de enfartes do miocárdio e de mortalidade cardiovascular, bem como de certas doenças mentais e neuro-degenerativas.

Dias (2006) refere que a percentagem de ómega3 é significativamente mais elevada ( $p < 0,05$ ) no leite do regime alimentar pastagem ( $0,44\% \pm 0,23$ ) do que no leite produzido a partir dos regimes alimentares feno ( $0,33\% \pm 0,15$ ) e silagem milho ( $0,38\% \pm 0,10$ ). Com a utilização do linho extrudido conseguiram-se valores mais elevados ( $0,75\% \pm 0,17$ ), o que vai contribuir para o consumo de leite e derivados mais saudáveis.

Com a utilização do linho extrudido como suplemento alimentar verificou-se, ainda, uma diminuição nas razões LA/ALA (ácido linoleico/ácido alfa-linolénico) e n-6/n-3 (ómega6/ ómega3) o que representa uma mais-valia para o consumidor, uma vez que organizações de nutrição e de saúde pública propõem a redução do consumo de gorduras saturadas e o aumento da ingestão de gorduras polinsaturadas, sendo mesmo consideradas essenciais e, quanto mais próximos os valores de LA e de ALA e os valores de n-6 e de n-3, conseqüentemente uma razão mais baixa, maiores são os benefícios para a saúde humana.

Desequilíbrios na razão n-6/n-3 da dieta estão associados a riscos acrescidos de doenças cardiovasculares e outras degenerativas, recomendando-se que a razão n-6/n-3 se situe abaixo de 5 (Bessa *et al.*, 2007).

No caso em estudo, os valores da razão entre os ácidos gordos n-6/n-3 estão de acordo com o mencionado. Isto é, o leite obtido de animais suplementados apresenta uma razão de 2,8.

Apesar de estatisticamente as alterações no estudo não serem significativas ( $p > 0,05$ ), no caso da razão entre o ácido oleico e o ácido palmítico (C18:1/C16:0), nota-se um aumento, que é favorável para a saúde do Homem, pois representa o aumento do ácido oleico que é comum a todos os ácidos gordos insaturados, com a diminuição do ácido palmítico também comum a todos os ácidos gordos saturados.

É notório o aumento dos valores do CLA, com a utilização do linho, uma mais-valia para a saúde humana, pois foi comprovado que o CLA tem efeitos anti-cancerígenos (Pariza *et al.*, 2001).

Dias (2006) refere que o valor em CLA no leite obtido com a alimentação base de pastagem é mais elevado ( $1,03\% \pm 0,33$ ) do que o obtido no leite produzido com base em silagem milho ( $0,66\% \pm 0,20$ ) ( $p < 0,05$ ) e feno ( $0,88\% \pm 0,21$ ). Nota-se então que a utilização CL IT<sub>3</sub> na alimentação da vaca leiteira permite níveis de CLA no leite ( $0,85\% \pm 0,06$ ) muito interessantes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje em dia temos a noção de que a composição e as propriedades funcionais do leite têm bastante importância tanto para o produtor, como para o transformador e consumidor.

Este facto deve-se, sobretudo, à crescente formação do consumidor, que está consciente das suas necessidades nutritivas e conhece, cada vez melhor, os produtos alimentares e os respectivos benefícios.

Havendo então a necessidade de cativar o consumidor, o transformador terá de arranjar forma de o fazer mostrando, por exemplo, como os seus produtos são benéficos para a saúde.

A nutrição é o principal factor que determina o sucesso no desempenho das vacas leiteiras, ou seja, afecta a produção de leite, a reprodução e a saúde dos animais.

Os ácidos gordos essenciais são aqueles que o nosso organismo é incapaz de fabricar e que são fundamentais para o seu bom funcionamento.

A utilização do linho está associada à produção de leite com valores mais elevados de AGI, nomeadamente do ómega3, CLA e ácido alfa-linolénico.

Assim, o leite devido à importante concentração em ácidos gordos pertencentes à classe ómega que apresenta, pode consolidar-se definitivamente como um produto natural não agressivo à saúde, proporcionando segurança alimentar a uma população cada vez mais preocupada em usufruir de uma alimentação saudável.

Outra vantagem será também uma possível redução da quantidade de gordura no leite, pois este é um parâmetro que tem tendência a desvalorizar no futuro devido à grande procura de produtos com baixas quantidades de gordura.

No entanto, esta matéria-prima terá maior valor quando utilizada em efectivos animais num regime intensivo, sem acesso a pastagem, pois quando comparada com os resultados em que utilizamos pastagem como alimentação base verificamos que os resultados a nível das quantidades dos ácidos gordos são idênticos.

Sendo assim o linho será uma forma de valorizar o leite proveniente de explorações em regime intensivo, sem acesso a pastagem.

Este trabalho mostrou que a utilização do linho é uma mais-valia para a saúde humana, e que poderá ser aproveitada pela indústria transformadora, de forma a valorizar o seu produto.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Baer, R. J., Ryali, J., Schingoethe, D. J. (2001). Composition and Properties of Milk and Butter from Cows Feed Fish Oil. *Journal of Dairy Science*, **84** (2), 345:353.

Barros, L. (2001). *Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite*. In: Ed. González, F. H. D. et al., Porto Alegre, 2001. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 44:57.

Baudet, H. M. (1991). Factors affecting the composition of cows milk. *Annales de Medecine Veterinaire*, **134** (7), 441:452.

Bauman, D. E., Griinari, J. M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, **70**, 15:29.

Bencini, R., Pulina G. (1997). The quality of sheep milk: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **37**, 485:504.

Bessa, R. J. B. (1999). Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: Calero, R., Gomez-Nieves, J. M. (Ed). *Alimentación en el Siglo XXI*. Colegio Oficial de Veterinários de Badajoz, Badajoz, 283:313.

Bessa, R., Alves, I., Belo, C. C., Pinto, J., Caseiro, A. T., Barros, V. (2007). *Produção de carne de bovino enriquecida em ácidos gordo ómega-3*. EZN. (Downloaded from <http://www.confagri.pt/PolíticaAgricola/Sectores/CarneBovino/Noticias/noticia22540.htm>)

Brenner, R. R. (1987). *Biosynthesis and interconversion of essential fatty acids*. In: A. L. Willis. Handbook of eicosanoids: prostaglandins and related lipids, **1**, Chemical and biochemical aspects, part A, Florida (USA): CRC Press, 99:117.

Chamberlain, A. T., Wilkinson, J. M., (1996). *Feeding the dairy cow*. 1ª edição. Lincoln. UK.

CNA (1978). *Cartas de solos*. Comissão Nacional do Ambiente. Lisboa.

CNA (1980). *Acidez e alcalinidade dos solos*. Comissão Nacional do Ambiente. Lisboa.

Coneglian, S. M., Fracaro, M. (2008). Alteração da composição do leite através da nutrição. *Pubvet*, **2** (19) (Downloaded from <http://www.pubvet.com.br/material/Conegl223.pdf>).

Correia, A. A. D., Correia, J. H. R. D. (1985). *Bioquímica Animal*. 2ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian.

Coulon, J. B., Verdier, I., Pradel, P., Almena, M. (1998). Effects of lactation stage on the cheesemaking properties of milk and the quality of Saint-Nectaire-type cheese. *Journal of Dairy Research*, **65**, 295:305.

Danthine, S., Blecker, C., Paquot, M., Innocente, N., Deroanne, C. (2000). Évolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait: synthèse bibliographique. *Lait*, **80**, 209:222.

DePeters, E. J., Cant, J. P. (1990). Factors influencing the nitrogen composition of milk. *Journal of Dairy Science*, **73**, 241.

Dias, S. D. F. (2006). *Efeitos de diferentes regimes alimentares sobre a qualidade do leite produzido*. Tese de mestrado em Produção Animal. Universidade dos Açores, pp 49.

Directiva 92/46/CEE do Conselho (1992). *JO n° L 268 de 14, 3* (Downloaded from [http://europa.eu.int/eur-lex/pt/lif/dat/1997/pt\\_397D0080.html](http://europa.eu.int/eur-lex/pt/lif/dat/1997/pt_397D0080.html)).

Doyle, P. T., Shen, Z., Birkett, A., Dalley, D. E., Wales, W. J., Walker, G. P., Stockdale, C. R. (2003). Influence of pasture and concentrates in diet of grazing dairy cows on the fatty acid composition of milk. *Journal of Dairy Research*, **70**, 267:276.

Emanuelson, M., Åkerlind, M., Holtenius, K., Bertilsson, J. (1999). Milk composition and feed intake in dairy cow selected for high or low milk fat percentage. *Livestock Production Science*, **59**, 1:11.

*FEED International* (2007), **28** (4), 10:14. Pig feeds gain the omega factor.

Fellner V., Sauer F. D., Kramer, J. K. G. (1997). Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. *Journal of Dairy Science*, **80** (5), 921:928.

Firkins, J. L., Eastridge, M. L., Qui, X. (2004). Effects of dry matter intake, addition of buffer, and source of fat on duodenal flow and concentration of conjugated linoleic acid and tran-11 C18:1 in milk. *Journal of Dairy Science*, **87**, 4278:4286.

Gaynor, P. J., Waldo, D. R., Capuco, A. V., Erdman, R. A., Douglas, L. W., Teter, B. B. (1995). Milk fat depression, the glucogenic theory, and trans C18:1 fatty acids. *Journal of Dairy Science*, **78**, 2008.

German, J. B., Morand, L., Dillard, C. J., Xu, R. (1997). Milk fat composition: targets for alteration of function and nutrition. *Milk composition, production and biotechnology in Biotechnology in Agriculture Series*, **18**, 39:72. Ed. Welch, R. A. S., Burns, D. J. W., Davis, S. R., Popay, A. I., Prosser, C. G.. CAB International.

Gummer, R. R. (1991). Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, **74**, 3244:3257.

Hoffman, P. C., Gummer, R. R., Shaver, R. D. (1991). Feeding supplemental fat and undegraded intake protein to early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **74**, 3468:3474.

Horta, M. C., Gomes, M. F. (1984). *Caracterização climática de Castelo Branco*. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico Castelo Branco. Castelo Branco.

Hullár, I., Brand, A. (1993). Nutritional factors affecting milk quality, with especial regard to milk protein: a review. *Acta Veterinaria Hungarica*, **41** (1-2), 11:32. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Jenkins, T. C. (1993). Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, **76** (12), 3851:3863.

Juarez, M., Ramos, M. (2003). *Sheep/ Milk*. In: Encyclopedia of food sciences and nutrition, 2ª edição (ed. Caballero, B., Trugo, L. C., Finglas, P. M.), **8**, 5198: 5203. Academic Press, Reino Unido.

Kennelly, J. J. (1996). The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Animal Feed Science and Technology*, **60** (3), 137:152.

Luquet, F. M. (1990). *O leite, do úbere à fábrica dos laticínios*. Vol.1. Euroagro. Publicações Europa América.

Montgomery, D. C. (2001). *Design and analysis of experiments*. 5<sup>th</sup> edition. John Wiley Sons, Inc.. Arizona State University.

Murphy, J. J., O'Mara, F. (1993). Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on dairy industry. *Livestock Production Science*, **35**, 117:134.

National Research Council (NRC) (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington, D. C., USA.

Norma Portuguesa – NP – 572 (1981). *Leite. Definição e classificação. Recolha de normas portuguesas. Leite e laticínios*. Instituto Português de Qualidade. Lisboa. Portugal.

Nunes, A. F. (2004). *Leite mecanismos de produção*. FENALAC, Federação Nacional das Cooperativas de Produtores de Leite, Vila do Conde.

Pariza, M. W., Park, Y., Cook, M. E. (2001). The biologically active isomers of linoleic acid conjugated. *Progress in Lipid Research*, **40**, 283:298.

Puyol, P., Pérez, M. D., Mata, L., Calvo, M. (1995). Study on interaction between  $\beta$ -lactoglobulin and other bovine whey proteins with ascorbic acid. *Milchwissenschaft*, **49**, 25:27.

REAGRO (s/d). *Índice Técnico Ómega-3*, folheto informativo.

Rook, A. J., Fisher, W. J., Sutton, J. D. (1992). Sources of variation in yields and concentration of milk solids in dairy cows. *Animal Production*, **54**, 169:173.

Ryhänen, E.- L., Tallavaara, K., Grinari, J. M., Jaakkola, S., Mantere-Alhonen, S., Shingfield, K. J. (2005). Production of conjugated linoleic acid enriched milk and dairy products from cows receiving grass silage supplemented with a cereal-based concentrate containing rapeseed oil. *International Dairy Journal*, **15**, 207:217.

Sá, F. V., Barbosa, M. (1990). *O leite e os seus produtos*. 5ª edição. Clássica Editora.

Sutton, J. D. (1989). Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, **72**, 2801:2814.

Swaisgood, H. E., Ng-Kwai- Hang, K. F., Hollar, C. M., Hicks, C. L., Creamer, L. K., Butler, J. E., Brown, E. M., Bleck, G. T., Jimenez-Flores, R., Farrel Jr., H. M. (2004). Nomenclature of proteins of cows' milk- sixth revision. *Journal of Dairy Science*, **87**, 1641:1674.

Walker, G. P., Dunshea, F. R., Doyle, P. T. (2004). Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, **55**, 1009:1028.

Ward, A. T., Wittenberg, K. M., Przybyiski, R. (2002). Bovine milk fatty profile produced by feeding diets containing solin, flax and canola. *Journal of Dairy Science*, **85** (5), 1191:1196.

Wu, Y. M., Ye, J. A., Ye, H. W., Yan, Q., Yao, J. H., Liu, J. X., Zheng, H. C. (2005). Effects of dietary sources of vegetable oils on performance of high- yielding lactation cows and conjugated linoleic acids in milk. *Journal of Dairy Science*, **88**, 2037:2042.

**ANEXO – TRATAMENTO ESTATÍSTICO (TABELAS)**

Tabela I - Análise descritiva dos parâmetros químicos do leite, por vaca

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Produção (l)	SL	20	29,51	4,33	0,97	27,48	31,54	22,30	36,70
	CL IT <sub>3</sub>	20	30,02	4,22	0,94	28,04	32,00	22,80	37,50
	Total	40	29,77	4,23	0,67	28,41	31,12	22,30	37,50
Teor Butiroso (%)	SL	20	3,91	0,34	0,08	3,75	4,07	3,00	5,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	3,74	0,46	0,10	3,52	3,96	3,00	5,00
	Total	40	3,82	0,41	0,06	3,69	3,96	3,00	5,00
Teor Proteico (%)	SL	20	3,20	0,28	0,06	3,07	3,33	3,00	4,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	3,22	0,30	0,07	3,09	3,36	3,00	4,00
	Total	40	3,21	0,28	0,04	3,12	3,30	3,00	4,00
Lactose (%)	SL	20	4,98	0,14	0,03	4,91	5,05	5,00	5,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	4,99	0,13	0,03	4,93	5,05	5,00	5,00
	Total	40	4,98	0,13	0,02	4,94	5,03	5,00	5,00
ESD (%)	SL	20	8,76	0,31	0,07	8,61	8,90	8,00	9,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	8,79	0,33	0,07	8,63	8,94	8,00	9,00
	Total	40	8,77	0,32	0,05	8,67	8,87	8,00	9,00
CS (x1000)	SL	20	71,31	55,69	12,45	45,25	97,37	12,00	183,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	81,06	64,57	14,44	50,84	111,28	15,00	217,00
	Total	40	76,19	59,72	9,44	57,09	95,29	12,00	217,00
Ureia (ppm)	SL	20	295,83	50,62	11,32	272,14	319,52	226,00	389,00
	CL IT <sub>3</sub>	20	294,79	49,52	11,07	271,61	317,96	183,00	386,00
	Total	40	295,31	49,43	7,82	279,50	311,12	183,00	389,00

SL- alimento composto sem linho; CL IT<sub>3</sub> – alimento composto teste com linho; CS- células somáticas; ESD- extracto sólido desengordurado; ppm – parte por milhão; % -percentagem; l – litro; kg – kilograma.

Tabela II - ANOVA (análise de variância) dos parâmetros químicos do leite, por vaca

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Produção (l)	Between Groups	2,60	1	2,601	0,142	0,708
	Within Groups	695,51	38	18,303		
	Total	698,11	39			
Teor Butiroso (%)	Between Groups	0,28	1	0,278	1,677	0,203
	Within Groups	6,30	38	0,166		
	Total	6,57	39			
Teor Proteico (%)	Between Groups	0,01	1	0,007	0,082	0,776
	Within Groups	3,14	38	0,083		
	Total	3,15	39			
Lactose (%)	Between Groups	0,00	1	0,001	0,076	0,785
	Within Groups	0,70	38	0,018		
	Total	0,70	39			
ESD (%)	Between Groups	0,01	1	0,009	0,091	0,765
	Within Groups	3,90	38	0,103		
	Total	3,91	39			
CS (x1000)	Between Groups	950,61	1	950,613	0,261	0,612
	Within Groups	138139,93	38	3635,261		
	Total	139090,55	39			
Ureia (ppm)	Between Groups	10,92	1	10,918	0,004	0,948
	Within Groups	95278,16	38	2507,320		
	Total	95289,08	39			

CS - células somáticas; ESD- extracto sólido desengordurado; ppm – parte por milhão; % -percentagem.

Tabela III - ANOVA (análise de variância) parâmetros químicos e dos diferentes ácidos gordos, por tratamento e período

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Teor Butiroso (%)	Between Groups	0,047	1	0,047	0,878	0,385
	Within Groups	0,318	6	0,053		
	Total	0,364	7			
Teor Proteico (%)	Between Groups	0,002	1	0,002	0,182	0,684
	Within Groups	0,070	6	0,012		
	Total	0,072	7			
CS (x1000)	Between Groups	12,500	1	12,500	0,003	0,955
	Within Groups	21843,000	6	3640,500		
	Total	21855,500	7			
Ureia (ppm)	Between Groups	1596,125	1	1596,125	0,655	0,449
	Within Groups	14624,750	6	2437,458		
	Total	16220,875	7			
Produção (l)	Between Groups	0,432	1	0,432	0,313	0,596
	Within Groups	8,289	6	1,382		
	Total	8,722	7			
AGS (%)	Between Groups	28,125	1	28,125	1,408	0,28
	Within Groups	119,810	6	19,968		
	Total	147,935	7			
C16:0 (%)	Between Groups	24,151	1	24,151	1,622	0,25
	Within Groups	89,338	6	14,890		
	Total	113,489	7			
AGI (%)	Between Groups	28,125	1	28,125	1,411	0,28
	Within Groups	119,555	6	19,926		
	Total	147,680	7			
C18:1 (%)	Between Groups	13,261	1	13,261	1,129	0,329
	Within Groups	70,487	6	11,748		
	Total	83,749	7			
AGMI (%)	Between Groups	13,781	1	13,781	0,905	0,378
	Within Groups	91,347	6	15,225		
	Total	105,129	7			
AGPI (%)	Between Groups	2,531	1	2,531	7,039	0,038
	Within Groups	2,158	6	0,360		
	Total	4,689	7			

CS- células somáticas; ESD- extracto sólido desengordurado; TP- Teor proteico; TB – Teor butiroso; ppm – parte por milhão; % -percentagem; l – litro; kg – kilograma; AGS – Ácidos Gordos Saturados; AGI – Ácidos Gordos Insaturados; AGMI – Ácidos Gordos Monoinsaturados; AGPI – Ácidos Gordos Polinsaturados.

Tabela IV (continuação) - ANOVA (análise de variância) parâmetros químicos e dos diferentes ácidos gordos, por tratamento e período

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CLA (%)	Between Groups	0,101	1	0,101	6,231	0,047
	Within Groups	0,098	6	0,016		
	Total	0,199	7			
n-3 (%)	Between Groups	0,320	1	0,320	13,714	0,01
	Within Groups	0,140	6	0,023		
	Total	0,460	7			
ALA (%)	Between Groups	0,211	1	0,211	14,486	0,009
	Within Groups	0,088	6	0,015		
	Total	0,299	7			
n-6 (%)	Between Groups	0,125	1	0,125	2,143	0,194
	Within Groups	0,350	6	0,058		
	Total	0,475	7			
LA (%)	Between Groups	0,045	1	0,045	0,915	0,376
	Within Groups	0,295	6	0,049		
	Total	0,340	7			
LA/ALA (%)	Between Groups	16,198	1	16,198	17,032	0,006
	Within Groups	5,706	6	0,951		
	Total	21,904	7			
n-6/n-3 (%)	Between Groups	14,433	1	14,433	16,348	0,007
	Within Groups	5,297	6	0,883		
	Total	19,729	7			
C18:1/C16:0 (%)	Between Groups	0,040	1	0,040	1,366	0,287
	Within Groups	0,174	6	0,029		
	Total	0,213	7			
C4:0 (%)	Between Groups	0,245	1	0,245	1,054	0,344
	Within Groups	1,395	6	0,233		
	Total	1,640	7			
C10:0 (%)	Between Groups	0,011	1	0,011	0,109	0,752
	Within Groups	0,617	6	0,103		
	Total	0,629	7			
C12:0 (%)	Between Groups	0,005	1	0,005	0,176	0,689
	Within Groups	0,170	6	0,028		
	Total	0,175	7			

CLA – Ácido Linoleico Conjugado; n-3 – ômega3; ALA – Ácido alfa-Linolénico; n-6 – ômega6; LA – Ácido Linoleico; % - percentagem.