



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DO
ARRAÇOAMENTO DA VACA LEITEIRA EM EXPLORAÇÕES DE
ENTRE-DOURO-E-MINHO**

Lília Mimososa de Pinho Pereira

Orientadora

Dra. Carla Maria Proença Noia de Mendonça

Co-Orientadores

Dr. Earl Peirce Aalseth Jr.

Dr. Pedro Meireles

Porto 2009/2010

Resumo

A genética, o manejo e o programa nutricional consistem nos factores essenciais que determinam a quantidade de leite produzido pela vaca leiteira e o sucesso da exploração. A implementação de um programa nutricional adequado que responda às necessidades dos animais permite a maximização da ingestão de energia e um bom nível de saúde ruminal e do efectivo.

Este relatório tem como objectivos caracterizar a composição física do arraçoamento da vaca leiteira em explorações Entre-Douro-e-Minho e estudar a sua importância ao nível da saúde e dinâmica ruminal, bem como no teor de proteína e gordura do leite. Neste sentido, foram visitadas um total de 24 explorações, onde foi recolhida uma amostra do alimento da manjedoura de vacas em lactação, sendo posteriormente utilizada uma caixa de crivos (*Penn State Forage Particle Separator*) para a separação, segundo o tamanho das partículas, das diferentes fracções do alimento. Os resultados foram analisados e comparados com os respectivos dados da composição do leite, bem como com os resultados obtidos numa exploração leiteira americana.

A análise da informação recolhida permitiu verificar que, em todas as explorações incluídas no estudo onde o alimento é fornecido na forma de *total mixed ration* (TMR), a percentagem de fracção fina no arraçoamento é superior ao valor padrão e que, de uma forma geral, graças sobretudo ao excesso de partículas finas e à insuficiente fracção de partículas intermédias, a composição física dos TMRs das explorações abrangidas, contrariamente à exploração americana, se encontra muito desequilibrada. Contudo, baseando-se este estudo numa análise pontual e não tendo sido possível, devido ao reduzido tamanho da amostra, relacionar a fibra efectiva do alimento com a composição do leite, torna-se essencial a recolha de mais informação e o alargamento do período de estudo, de forma a obter resultados mais precisos e determinar as suas causas subjacentes.

Agradecimentos

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste projecto, e também para aquelas que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram ao longo deste percurso, deixo aqui o meu eterno obrigada.

Índice Geral

Resumo	i
Agradecimentos	ii
Índice Geral	iii
1 Revisão Bibliográfica	1
1.1 ANATOMIA DO APARELHO DIGESTIVO	3
1.2 DINÂMICA RUMINAL	4
1.3 FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CARBOIDRATOS.....	5
1.3.1 <i>Conteúdo em fibra de um alimento</i>	6
1.4 PROTEÍNAS E METABOLISMO DO AZOTO	7
1.5 METABOLISMO DAS GORDURAS.....	8
1.5.1 <i>Adição de gorduras e óleos insaturados</i>	8
1.6 MINERAIS E VITAMINAS.....	9
1.7 ÁGUA.....	9
1.8 OPTIMIZAÇÃO DA DIGESTÃO RUMINAL	10
1.8.1 <i>Síntese de ácidos gordos voláteis</i>	10
1.8.2 <i>Efeito do pH ruminal</i>	10
1.9 NÍVEL DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE	14
1.9.1 <i>Teor butiroso do leite</i>	14
1.9.2 <i>Teor proteico do leite</i>	16
1.10 MAXIMIZAÇÃO DO CONTEÚDO ENERGÉTICO DE UMA DIETA	17
1.10.1 <i>Aumento dos concentrados na dieta</i>	17
1.10.2 <i>Optimização da ingestão de matéria seca</i>	18
1.11 “PENN STATE FORAGE PARTICLE SEPARATOR”	19
2 Resultados e Discussão do Trabalho	21
2.1 1ª FASE - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	21
2.1.1 <i>Material e Métodos</i>	21
2.1.2 <i>Resultados e Discussão</i>	21
2.2 2ª FASE - PORTUGAL.....	23
2.2.1 <i>Material e Métodos</i>	23
2.2.2 <i>Resultados e Discussão</i>	23
3 Conclusões	30
4 Bibliografia	31
Anexos	

1 Revisão Bibliográfica

Através de um estudo retrospectivo, podemos observar, ao longo das últimas décadas, uma progressiva diminuição no número de animais e explorações leiteiras necessários para abastecer a população mundial (Hutjens, 2008).

A evolução do sector leiteiro em Portugal tem seguido a dinâmica e o sentido das determinações políticas europeias. Dessa forma, e por razões que se prendem com o sistema de quotas leiteiras, a produção nacional não tem sofrido grandes variações (INE, 2008), tendo-se registado, nos últimos anos, uma produção anual próxima dos 2 milhões de litros de leite de vaca (**Anexo I**). No entanto, têm-se evidenciado diferenças a nível estrutural das explorações (**Anexo II**). Já entre 1996 e 2000, registou-se uma diminuição no número de explorações leiteiras de 49,5 milhares para 23,8 milhares (menos 52% de explorações), em paralelo a um nível de produção nacional relativamente constante, graças a um crescimento de 13% na produção individual durante o mesmo período (Nunes, 2004). Actualmente, o número de explorações continua a diminuir, comprovando o caminho da concentração da produção leiteira e da sua intensificação.

Nos Estados Unidos da América (EUA), entre 1985 e 2007, verificou-se uma diminuição do número de vacas leiteiras de 10,9 milhões para 9,13 milhões (menos 16% de animais), acompanhada por um aumento médio de produção de mais de 35% (Hutjens, 2008).

Esta tendência resulta grandemente do sucesso dos esforços combinados e levados a cabo por uma equipa multidisciplinar, constituída por produtores leiteiros e investigadores de diferentes áreas, de forma a maximizarem a produção através do melhoramento dos três factores essenciais que determinam a quantidade de leite produzido pela vaca leiteira: a genética, o maneio e meio ambiente onde o animal se encontra inserido, e o programa nutricional (Hutjens, 2008).

Nos dias de hoje, conseguimos já exceder uma média de 13,5 toneladas de leite/vaca/ano em explorações americanas consideradas de elite, tendo-se registado o mais recente recorde mundial de produção com um valor superior a 31,5 toneladas de leite/ano por apenas um animal (Hutjens, 2008).

A crescente adopção de novas técnicas e metodologias de trabalho, tais como a clonagem e sexagem de sémén, o melhoramento do ambiente da vaca leiteira através de boas práticas de maneio, redução do stress e adopção de programas de vacinação, assim como o auxílio das novas tecnologias e melhoramento da nutrição através do balanço de aminoácidos e manipulação da flora ruminal (Hutjens, 2008), continuará a fazer aumentar a produtividade deste sector agrícola. É neste sentido que o papel do veterinário se torna preponderante,

participando activamente na gestão da exploração e conduzindo o produtor no sentido da competitividade que determinará a sua sobrevivência e o sucesso desta indústria.

Este relatório resulta do trabalho desenvolvido no período compreendido entre 7 de Setembro de 2009 e 17 de Janeiro de 2010, numa primeira fase nos EUA e co-orientado pelo Dr. Earl Aalseth e, numa segunda fase nos Serviços Veterinários Associados, com sede em Fradelos, Portugal, e co-orientado pelo Dr. Pedro Meireles.

Nos EUA, acompanhei o Dr. Earl Aalseth nas visitas criteriosamente agendadas que, quinzenalmente ou mensalmente, fazia a cada um dos seus clientes de diversos estados americanos (Washington, Oregon, Nevada, Utah, Iowa, Minnesota). Os seus prestigiados serviços de consultadoria e reprodução têm como finalidade solucionar problemas e identificar novas oportunidades de progresso, aumentando o rendimento e a competitividade das explorações. Foi neste contexto que iniciei a minha formação durante o período de estágio, contactando com uma realidade bem diferente da portuguesa e tendo tido a oportunidade de visitar explorações com cerca de 600 a 3000 vacas em ordenha, com 3 ou 4 ordenhas diárias. Adicionalmente, durante a minha estadia nos EUA, surgiu a possibilidade de me deslocar até à área de *British Columbia*, no Canadá, onde acompanhei, durante uma semana, a Dra. Seana Thrasher em visitas repartidas de clínica e reprodução.

Já em Portugal, e nos Serviços Veterinários Associados, acompanhei, e sem qualquer ordem de destaque, o Dr. Pedro Meireles, bem como o Dr. Carlos Cabral, o Dr. Fernando Vaz, o Dr. Luís Figueiredo e o Dr. Rui Lameira, nas suas visitas a clientes da região de Entre-Douro-e-Minho. Tive oportunidade de visitar explorações com 25 a 125 animais em ordenha e 2 ordenhas diárias, onde foram prestados serviços nas áreas de clínica, reprodução e também, embora em menor escala, de consultadoria. Durante este período, pude não só consolidar os conhecimentos adquiridos até então, mas também, e graças à experiência de campo, pude compreender melhor a situação do sector leiteiro em Portugal, bem como aprender novas abordagens que vão ao encontro das necessidades e limitações das explorações portuguesas.

De acordo com a crescente importância da nutrição da vaca leiteira na saúde do efectivo e no nível de produção, e o papel preponderante que o veterinário poderá ter no futuro deste sector, decidi abraçar o tema da nutrição com determinação e afinco. Iniciei a minha formação nesta área nos Estados Unidos da América, graças a alguns estudos que fui realizando ao longo do meu estágio e achei interessante e pertinente a possibilidade de aplicar em Portugal os conhecimentos adquiridos, através do desenvolvimento de um projecto que pudesse trazer novos dados e alguma inovação. No seguimento desta ideia e com a colaboração e apoio de várias pessoas, nomeadamente do Prof. António Mira, da Dra. Carla Mendonça e de toda a

equipa dos Serviços Veterinários Associados, consegui construir um estudo prático simples, mas do qual podemos retirar informações importantes.

Este relatório tem como objectivo estudar a importância da composição física do arraçoamento da vaca leiteira na dinâmica ruminal, na saúde da vaca leiteira e prevenção de patologias, e no teor de proteína e gordura no leite, e abordará alguns procedimentos práticos e recomendações de manejo alimentar que facilmente poderão ser implementados nas explorações portuguesas e poderão auxiliar o produtor no controlo de custos e na potenciação dos recursos da exploração.

1.1 Anatomia do aparelho digestivo

Os ruminantes, ao contrário dos animais de estômago simples, possuem a capacidade de digerir carboidratos complexos através de um processo fermentativo. As bactérias da flora ruminal ligam-se às partículas de alimento, procedendo à quebra de ligações e produzindo ácidos gordos voláteis como fonte de energia que, juntamente com a amónia e a água, atravessam a parede ruminal directamente para a corrente sanguínea. O multicompartimentado estômago da vaca leiteira permite-lhe converter alimentos de baixa qualidade em produtos lácteos de alta qualidade (Hutjens, 2008). É no controlo e optimização deste processo que se baseia o papel do médico veterinário na nutrição da vaca leiteira.

O rúmen funciona como reservatório de alimento e suporta uma fermentação microbiana activa, constituindo cerca de 65% do volume total do estômago da vaca leiteira, com uma capacidade superior a 132 litros de material com 10-20% de matéria seca (Hutjens, 2008). A parede ruminal interna é constituída por pequenas projecções, as papilas ruminais, que aumentam grandemente a área de absorção do órgão. Quando a vaca leiteira é alimentada com uma dieta pobre em energia (por exemplo, durante o período seco), as papilas ruminais diminuem de tamanho, diminuindo assim a área de absorção da parede ruminal. Em contrapartida, aumentando o conteúdo energético disponível na dieta, estimulamos o crescimento das papilas ruminais e, conseqüentemente, aumentamos a absorção de ácidos gordos voláteis no rúmen (Hutjens, 2008). O rúmen e o retículo suportam uma fermentação bacteriana com um pH=6 para um óptimo crescimento bacteriano (Hutjens, 2008).

No omaso dá-se a absorção de água e de alguns nutrientes. À medida que as partículas de alimento se deslocam ao longo das camadas de tecido características do omaso, o conteúdo de água da digesta diminui.

No abomaso, “verdadeiro estômago” ou “estômago glandular”, graças à produção de enzimas digestivas, o alimento é digerido em partículas mais pequenas. O pH do conteúdo abomasal é inferior a 3, devido à secreção de ácido clorídrico (Hutjens, 2008).

No intestino delgado, constituído por 3 diferentes porções – duodeno, jejuno e íleo -, são secretadas a maior parte das enzimas digestivas que convertem macromoléculas em

aminoácidos, açúcares simples e ácidos gordos. Os nutrientes são posteriormente absorvidos para as correntes sanguínea e linfática através das vilosidades da parede intestinal.

No intestino grosso, a porção terminal do tracto digestivo, ocorre a fermentação bacteriana de fibra não digerida e amido, levando à diminuição do pH fecal (inferior a 6). Água e ácidos gordos voláteis podem ser absorvidos nesta porção do intestino, no entanto, a fermentação neste compartimento não é tão efectiva, uma vez que não ocorre digestão e absorção de proteína microbiana, sendo esta excretada nas fezes (Hutjens, 2008).

1.2 Dinâmica ruminal

No rúmen da vaca leiteira saudável podemos auscultar, em média, duas contracções por minuto, as denominadas contracções ruminais que, para além de promoverem a mistura do conteúdo ruminal, promovem também o contacto entre a flora microbiana e o alimento, o fluxo das partículas densas e pequenas de alimento para o retículo e a subida das partículas longas de alimento para a superfície do conteúdo ruminal, de forma a que a ruminação ocorra.

Tipicamente, a vaca leiteira despende entre 8 e 10 horas do dia a ruminar (Hutjens, 2008). Quando as vacas estão a descansar (não estando a comer ou sendo ordenhadas), mais de 60% das vacas deverão estar a ruminar e cada porção de alimento deverá ser mastigado pelo menos 50 vezes antes de ser novamente engolido (Hutjens, 2008). Este valor é indicativo de adequado tamanho das partículas de alimento.

Cada ciclo de ruminação é constituído por quatro fases distintas (Hutjens, 2008): na primeira fase, a regurgitação ocorre quando a região esofágica é estimulada por alimento grosseiro, levando a movimentos peristálticos reversos e à consequente passagem do material para a boca; uma vez na boca, inicia-se a segunda fase, ocorrendo a mastigação e consequente redução mecânica a partículas mais pequenas, permitindo assim a sua posterior passagem para o rúmen; a terceira fase consiste na resalivação – a saliva contém tampões que, misturados com o alimento regurgitado, estabilizarão o pH ruminal; na quarta fase, a vaca engole o material regurgitado.

Se o alimento grosseiro foi mecanicamente reduzido durante a ruminação, este assentar-se-á na porção mais ventral do rúmen e movimentar-se-á para o retículo. O alimento deixa o rúmen quando as partículas são pequenas e densas; em contrapartida, as partículas longas flutuam no rúmen, formando uma camada na superfície do conteúdo ruminal e estimulando adicionais períodos de ruminação. Se o material alimentar é demasiado grosseiro (exemplo: palha), será necessário muito mais tempo de ruminação, diminuindo a ingestão de alimento seco (Hutjens, 2008).

Quando o alimento é fermentado no rúmen, são produzidas grandes quantidades de metano, dióxido de carbono e outros gases que deverão ser expelidos. Em condições normais, a distensão ruminal provocada pela formação de gases estimulará a contracção ruminal,

desobstruindo assim a região esofágica e permitindo a eructação. Sem a desobstrução da região esofágica ou no caso da formação de espuma através do gás acumulado, a vaca poderá timpanizar, comprometendo a sua sobrevivência.

1.3 Fermentação ruminal de carboidratos

Os carboidratos consistem na principal fonte de energia da dieta da vaca leiteira e a primeira fonte de energia para a flora microbiana ruminal. Em média, contribuem 70-80% da matéria seca no alimento (Hutjens, 2008).

Os carboidratos presentes nos diferentes tipos de alimento da vaca leiteira podem ser divididos em dois grupos: **carboidratos não estruturais** (como o amido e os açúcares mais simples) e **carboidratos estruturais** (como a celulose, a hemicelulose e a pectina).

A flora bacteriana ruminal promove a digestão de carboidratos estruturais e não estruturais, convertendo as complexas ligações de glucose em açúcares simples e fermentando-os em ácidos gordos voláteis que fornecem 60-80% da energia necessária pela vaca leiteira (Hutjens, 2008). A gordura, os carboidratos não degradados no rúmen e a proteína fornecem a energia restante. Os ácidos gordos voláteis são posteriormente absorvidos no rúmen para a corrente sanguínea e transportados para o fígado, glândula mamária, tecido adiposo e outros tecidos.

Os açúcares entram na constituição das células de plantas imaturas em crescimento e em alimentos como o melaço, sendo rapidamente fermentados pela flora ruminal. No entanto, o nível de açúcares presente na dieta da vaca leiteira é reduzido (2-5% da matéria seca) (Hutjens, 2008). O amido consiste na forma de armazenamento de energia presente em sementes e raízes de plantas e é altamente digerível (75-95%), sendo rapidamente fermentado no rúmen se previamente processado. O amido pode constituir entre 20-30% da matéria seca da ração da vaca leiteira (Hutjens, 2008).

Os carboidratos estruturais conferem rigidez e resistência à planta. A pectina entra na constituição da parede celular das plantas, consistindo na porção da parede celular mais rapidamente fermentável e podendo ser encontrada em altas concentrações nas polpas de citrinos e beterraba (Hutjens, 2008). Quando fermentada no rúmen, produz maior quantidade de acetato que os carboidratos presentes no interior das células das plantas (carboidratos não estruturais). A hemicelulose é também encontrada na parede celular de plantas e possui uma digestibilidade de 70%, podendo constituir 10-15% da matéria seca da ração da vaca leiteira (Hutjens, 2008). A celulose é um importante carboidrato estrutural, podendo constituir cerca de 15-20% da matéria seca da dieta da vaca leiteira e estando presente em maior concentração em forragens maduras. A digestibilidade da celulose é inferior a 30-40% e apenas animais poligástricos possuem a capacidade de digerir este composto (Hutjens, 2008).

A **lenhina**, embora não consista num verdadeiro carboidrato, graças ao facto de entrar na constituição da parede celular de plantas, é agrupada juntamente com os carboidratos estruturais. Plantas com um estado de maturação superior possuem uma maior quantidade de lenhina na sua constituição. A sua digestibilidade é nula e, podendo ligar-se a outros nutrientes, faz diminuir a digestibilidade de toda a célula vegetal. Os níveis de lenhina presentes na ração da vaca leiteira são reduzidos (2-4% da matéria seca) (Hutjens, 2008).

A degradação ruminal dos carboidratos varia de acordo com o estado de maturação das forragens, fonte dos carboidratos (estrutural ou não estrutural) e processamento das rações (como moagem do grão ou corte das forragens). A cevada e o trigo, por exemplo, tendem a fermentar rapidamente, enquanto que o milho e grãos de processamento grosseiro têm um processo de fermentação mais lento (Hutjens, 2008). Quando devidamente balanceados, estes seis tipos de carboidratos determinam o potencial de ingestão da ração e o seu conteúdo energético (Hutjens, 2008).

1.3.1 Conteúdo em fibra de um alimento

O conteúdo em fibra de um alimento pode ser descrito através de dois tipos de fibra: a **fibra detergente ácido (ADF)**, que consiste na celulose, lenhina e componentes de azoto lenhificados, e a **fibra detergente neutro (NDF)**, também denominada conteúdo da parede celular, que consiste em ADF (celulose e lenhina) e hemicelulose. Equações utilizadas para prever o conteúdo em energia de uma ração baseiam-se geralmente no conteúdo em ADF (à medida que o valor de ADF aumenta, o conteúdo energético diminui) (Hutjens, 2008). A fibra detergente neutro (NDF) representa o conteúdo total de fibra na ração e é utilizada para prever a ingestão de alimento, estando relacionado com o tempo de ruminação (Hutjens, 2008).

A ingestão de NDF em quantidades adequadas é necessária para a função ruminal normal, saúde da vaca leiteira e produção, devendo, na sua maioria, encontrar-se na forma de forragens com um tamanho de partículas suficiente para manter um ambiente ruminal saudável (Heinrichs & Kononoff). Neste contexto, surge a **fibra detergente neutro fisicamente efectiva (peNDF)** que, correspondendo à fracção de fibra com estrutura física que estimula a ruminação (Mertens, 1997), está directamente relacionada com o tamanho das partículas do alimento. Este parâmetro pode ser determinado através da utilização de crivos, tais como a *Penn State Forage Particle Separator (Anexo III)* ou *Wisconsin Forage Screens*.

Carboidratos não fibrosos (NFC) consistem em carboidratos fermentáveis no rúmen e altamente digeríveis (digestibilidade superior a 80%), tais como as pectinas, o amido e outros açúcares (Hutjens, 2008).

1.4 Proteínas e metabolismo do azoto

As proteínas são essenciais para a manutenção, crescimento, reprodução e produção leiteira. Assim, a proteína necessária pela vaca leiteira consiste no somatório dos aminoácidos necessários para cada uma destas funções biológicas.

Os aminoácidos são obtidos através da digestão intestinal de proteína microbiana e da proteína proveniente do alimento que não sofreu degradação microbiana no rúmen. Aproximadamente 60-70% da proteína proveniente da dieta é degradada pela flora bacteriana em péptidos, aminoácidos ou amónia, sendo usados pelos microrganismos ruminais como fontes de azoto, que incorporam em proteína microbiana (Hutjens, 2008). A amónia que não é utilizada pelos microrganismos é absorvida no rúmen, convertida em ureia no fígado e reciclada na saliva ou excretada na urina e no leite. Concentrações de ureia no leite superiores a 18mg/dl poderão ser indicativas de ineficiência ruminal resultante de duas possíveis situações: excesso de amónia no rúmen, e/ou deficiente nível de energia disponível no rúmen, limitando assim o crescimento bacteriano (Hutjens, 2008).

Três tipos de proteína podem ser usadas para definir as necessidades proteicas da vaca leiteira:

A **proteína solúvel** é a fracção proteica do alimento que é rapidamente degradada no rúmen. A ureia e a caseína, por exemplo, são rapidamente degradadas em amónia, péptidos ou aminoácidos que poderão ser usados pelos microrganismos da flora ruminal.

A **proteína degradável no rúmen** é a fracção proteica do alimento que pode ser degradada no rúmen (inclui a proteína solúvel e fontes de degradação mais lenta). Aproximadamente metade da proteína degradável no rúmen deverá encontrar-se na forma de proteína solúvel (Hutjens, 2008). Para uma síntese de proteína microbiana óptima, a ração deverá conter suficiente proteína degradável no rúmen (3-5 mg/dl de amónia no fluído ruminal) (Hutjens, 2008).

A **proteína não degradável no rúmen** é a porção proteica presente na ração que não é degradada no rúmen e que permanece intacta durante a sua passagem para o tracto digestivo inferior. A proteína não degradável no rúmen inclui a porção proteica disponível para digestão e absorção intestinal e a porção proteica que não é digerida e que é excretada nas fezes.

O objectivo do médico veterinário enquanto nutricionista é maximizar a síntese ruminal de aminoácidos microbianos (50-70% do total de proteína requerida) e complementá-los com uma fonte balanceada de proteína não degradável no rúmen contendo os aminoácidos necessários para se atingir as necessidades em aminoácidos da vaca leiteira (Hutjens, 2008).

1.5 Metabolismo das gorduras

Comummente, o nível de gordura em dietas da vaca leiteira está presente em baixos níveis (2-3%) (Hutjens, 2008). Os microrganismos microbianos hidrolisam os triglicéridos em ácidos gordos e glicerol, usando-os como uma fonte alternativa de energia.

Os ácidos gordos da dieta podem ser classificados em **saturados** ou **insaturados**. Os ácidos gordos insaturados são parcialmente hidrolisados pela flora ruminal, formando mais ácidos gordos saturados de cadeias de comprimento idêntico.

Quando as vacas se encontram em balanço energético negativo durante períodos de pico de produção leiteira e, no caso da ingestão de matéria seca não se encontrar diminuída, a suplementação de gordura na forma de triglicéridos ou ácidos gordos livres (no máximo, até perfazer um total de aproximadamente 6% da matéria seca) poderá aumentar o conteúdo energético da dieta (Hutjens, 2008). Por outro lado, a adição de gordura faz melhorar a palatabilidade e diminuir a quantidade de partículas de tamanho refinado na ração (Hutjens, 2008). No entanto, a composição dos ácidos gordos e a sua acção no rúmen são características importantes que poderão ter impacto no ambiente ruminal e na ingestão de matéria seca.

1.5.1 Adição de gorduras e óleos insaturados

A adição de gorduras e óleos insaturados no arraçoamento consiste numa medida pontual para fazer aumentar o conteúdo energético de uma dieta, uma vez que os ácidos gordos insaturados, se usados de uma forma indiscriminada, podem interferir negativamente com a fermentação ruminal e ser tóxicos para as bactérias (Hutjens, 2008). Revestindo as partículas de fibra, reduzem a capacidade de ligação das bactérias e, conseqüentemente, diminuem a digestibilidade da fibra. O processamento de sementes, no caso de haver ruptura da parede celular, promove a libertação do óleo da semente para o conteúdo ruminal, provocando efeitos nefastos similares no rúmen (Hutjens, 2008).

A adição excessiva de gorduras no alimento pode também causar uma depressão na ingestão de matéria seca, para além de fazer aumentar os custos de produção (Hutjens, 2008). Após o parto, de forma a perfazer as suas necessidades energéticas, as vacas mobilizam tecido adiposo das reservas corporais, fazendo aumentar os níveis de ácidos gordos não esterificados (NEFA) no sangue. Se a vaca for alimentada com uma dieta rica em gordura, os níveis de ácidos gordos no sangue elevam-se acima do que seria requerido pelo animal. Assim, na primeira fase da lactação, a redução dos níveis de ácidos gordos no sangue é conseguida através de uma diminuição da ingestão de alimento, e não da paragem da mobilização de gordura corporal. O fornecimento de gordura no alimento numa fase mais tardia da lactação não tem efeitos nefastos a nível da ingestão de matéria seca, uma vez que, neste período, o animal não mobiliza gordura corporal da mesma forma.

Com o objectivo de minimizar os impactos referidos, deve-se proceder a uma escolha cuidada das fontes e quantidades de gordura da dieta da vaca leiteira. Uma possível alternativa consistirá na adição de gorduras inertes que, devido ao seu processamento prévio, não afectam a fermentação bacteriana ruminal (Hutjens, 2008). Estas fontes de gordura são, no entanto, mais dispendiosas.

1.6 Minerais e Vitaminas

Para além da sua importância em numerosas reacções químicas e das funções estruturais que desempenham nos animais, os minerais são também importantes para o crescimento dos microrganismos da flora bacteriana. Dois tipos de minerais devem ser fornecidos em quantidades adequadas, juntamente com as forragens e concentrados: os **macrominerais** (cálcio, cloro, magnésio, fósforo, potássio, sódio e enxofre) e os **microminerais** (cobalto, cobre, iodo, ferro, magnésio, selénio e zinco). O sódio, o potássio, o cloro e o enxofre são iões fortes com um impacto importante no equilíbrio ácido-base da vaca leiteira (Hutjens, 2008).

As vitaminas (**hidrossolúveis** e **lipossolúveis**), embora necessárias em apenas pequenas quantidades, são componentes orgânicos indispensáveis para a ocorrência de numerosas reacções químicas, pelo que devem ser suplementadas sempre que necessário. As vitaminas B hidrossolúveis podem ser sintetizadas pela flora ruminal, de forma a satisfazer as necessidades da vaca leiteira. Se houver fermentação do alimento durante o seu armazenamento, pode haver necessidade de suplementá-lo com vitaminas lipossolúveis (Hutjens, 2008).

1.7 Água

A necessidade e o consumo de água pela vaca leiteira depende do tamanho do animal, do nível de produção de leite, da temperatura ambiente e da ingestão de minerais e matéria seca (Hutjens, 2008). Consistindo no elemento necessário em maior abundância, a sua qualidade é crítica para encorajar o seu consumo e assegurar um bom nível de saúde do efectivo. Deve, por isso, encontrar-se assegurada a existência de bebedouros em número suficiente e com água limpa e abundante, especialmente junto das salas de ordenha e após a ingestão de grandes quantidades de matéria seca. A água deve também encontrar-se isenta de qualquer contaminação bacteriana e os seus níveis de nitratos, sulfatos e sais devem ser regularmente monitorizados.

1.8 Optimização da digestão ruminal

1.8.1 Síntese de ácidos gordos voláteis

Da fermentação microbiana ruminal resultam diferentes ácidos gordos voláteis. O ácido gordo volátil primário é o **ácido acético** ou **acetato** (ácido gordo volátil com dois carbonos), representando 55-70% da produção total de ácidos gordos voláteis (Hutjens, 2008). Resulta da digestão de carboidratos estruturais e é usado pela glândula mamária para a síntese de gordura do leite, consistindo também numa fonte de energia para os tecidos.

O **ácido propiónico** ou **propionato** (ácido gordo volátil com três carbonos) resulta da digestão bacteriana de amido, açúcares e pectina, e representa 15-30% da produção total de ácidos gordos voláteis (Hutjens, 2008). O fígado utiliza propionato para a síntese de glucose, indispensável para a síntese de lactose do leite, dispensando assim a utilização de aminoácidos. A síntese de glucose a partir de cadeias carbonadas de aminoácidos implica uma série de reacções metabólicas com alto dispêndio energético. Em contrapartida, a produção de ácido propiónico é energeticamente eficiente e fornece os precursores da glucose necessários para vacas leiteiras de alta produção (Hutjens, 2008).

O terceiro principal ácido gordo volátil é o **ácido butírico** ou **butirato** (ácido gordo volátil com quatro carbonos), sintetizado a partir da digestão microbiana de carboidratos estruturais e açúcares, representando 5-15% da produção total de ácidos gordos voláteis (Hutjens, 2008). O ácido butírico é usado como fonte energia para os tecidos e para a síntese de gordura do leite.

Outros ácidos gordos voláteis são produzidos no rúmen mas em muito menor quantidade.

Diferentes proporções de ácidos gordos voláteis no fluido ruminal fornecem informação importante sobre a fermentação ruminal. A análise de ácidos gordos voláteis em campo não é realizada por rotina, no entanto consiste numa ferramenta útil para avaliar a fermentação e digestão ruminal.

Em condições óptimas, a relação acetato: propionato deverá ser superior a 2,2:1 (Hutjens, 2008). Como foi referido, os regimes alimentares ricos em compostos da membrana das plantas (carboidratos estruturais) privilegiam as fermentações produtoras de acetato e butirato, enquanto que os mais amiláceos (carboidratos não estruturais) beneficiam as populações microbianas produtoras de propionato e lactato. Assim, elevados níveis de acetato comparativamente com os níveis de propionato sugerem rações com alta concentração em fibra e baixa concentração de concentrado. Em contrapartida, elevados níveis de propionato comparativamente com acetato são indicativos de reduzida digestão de fibra, elevada concentração de concentrado e acidose (Hutjens, 2008; Nunes, 2004).

1.8.2 Efeito do pH ruminal

No rúmen, o pH pode variar entre 5,5 e 6,8, no entanto o valor de pH óptimo situa-se entre 6,0 e 6,3 (Hutjens, 2008). O crescimento de microrganismos ruminais que promovem a

digestão da fibra é favorecido para valores de pH compreendidos entre 6,0 e 6,8, enquanto que o crescimento de bactérias ruminais que promovem a digestão de açúcares não estruturais é óptimo para valores de pH compreendidos entre 5,5 e 6,0. Assim, o rúmen deverá manter um valor de pH próximo de 6,0 para um óptimo crescimento de ambas as populações bacterianas, resultando na formação de adequadas proporções dos diferentes ácidos gordos voláteis (Hutjens, 2008). Existem vários factores que influenciam o pH ruminal e que serão abordados de seguida:

1.8.2.1 Proporção de forragem na ração

Os principais carboidratos presentes nas forragens (celulose e hemicelulose) não são fermentados tão rapidamente como os carboidratos presentes nos concentrados (amido e açúcares) (Hutjens, 2008). Alimentos com alto teor em forragens, para além de estimularem a produção de grandes volumes de saliva (a qual, contendo bicarbonato, tamponiza o rúmen), favorecem a produção de acetato, uma relação acetato: propionato superior a 3 e valores de pH superiores a 6,0 (Hutjens, 2008).

Elevados valores de pH resultantes de dietas ricas em fibra, favorecem também níveis superiores de gordura no leite (Hutjens, 2008). Segundo Mertens (1997), a eficácia da **fibra efectiva (eNDF)** de um alimento pode ser avaliada através da capacidade desse alimento, ao substituir forragem num arraçoamento, manter a percentagem de gordura no leite dos animais alimentados com esse mesmo arraçoamento. Neste contexto, a quantidade de gordura no leite (Armentano & Pereira, 1997), assim como o tempo de ruminação (Sudweeks *et al*, 1981) e o pH ruminal (Mertens, 1997) têm sido usados para determinar a eficácia da fibra em dietas para vacas leiteiras. No entanto, uma vez que, em vacas no início da lactação, a quantidade de gordura no leite não se encontra apenas directamente relacionada com a dieta, o pH ruminal tem sido apontado como um dos factores principais para a determinação das necessidades de fibra pelos animais (Allen, 1997). Em 1996, numa revisão da literatura, e usando dados de vacas leiteiras, novilhos e ovelhas, Pitt *et al* não encontraram uma forte relação ($r^2=0,148$) entre a média de pH ruminal e a percentagem de forragens na dieta; contudo, esta correlação aumentou quando os autores tentaram relacionar o pH ruminal com as quantidades de NDF ($r^2=0,296$) e eNDF ($r^2=0,521$) do arraçoamento (Krause *et al*, 2002b).

Dietas pobres em fibra efectiva e ricas em carboidratos fermentáveis podem afectar negativamente a fermentação ruminal (Krause *et al*, 2002a; Shriver *et al*, 1986) e, conseqüentemente, a produção (Krause *et al*, 2002a). O fornecimento de excessivas quantidades de concentrado, graças ao aumento da produção de propionato e da conseqüente diminuição do pH ruminal (inferior a 6,0), faz diminuir a digestão da fibra (Hutjens, 2008; Krause *et al*, 2002b), provocando a redução dos níveis de gordura no leite (Hutjens, 2008; Nunes, 2004). Estudos *in vitro* demonstraram que a digestão da fibra é grandemente afectada quando

o pH diminui para valores inferiores a 6, sendo necessário um pH ruminal óptimo de aproximadamente 6,5 para uma digestão adequada (Shriver *et al*, 1986). Contudo, apesar das dietas serem balanceadas de forma a incluírem um mínimo de forragem que assegure a função ruminal, o pH ruminal de vacas leiteiras de alta produção é frequentemente inferior a 6 (Krause *et al*, 2002a).

Dietas pobres em fibra efectiva e ricas em carboidratos fermentáveis favorecem também uma diminuição da ingestão de alimento (Hutjens, 2008; Krause *et al*, 2002b; Nunes, 2004), assim como da motilidade ruminal (Ash, 1959) e da produção de nutrientes microbianos (Hoover, 1986; Hutjens, 2008; Nunes, 2004). A pH ruminal baixo, a diminuição da utilização de carboidratos da dieta consiste num factor primordial para uma síntese diminuída de proteína microbiana (Krause *et al*, 2002a) e, uma vez que determinados aminoácidos são frequentemente limitantes para a vaca leiteira (NCR, 2001), a diminuição na síntese de proteína microbiana pode ter um efeito negativo na produtividade. O *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* refere que dietas constituídas por forragens com valores de NDF inferiores a 20%, fazem reduzir a produção microbiana ruminal. (Russell *et al*, 1992).

1.8.2.2 Forma física da ração

Diferentes formas de processamento das matérias-primas (moagem, corte, pellets, sobremistura dos componentes do alimento) fazem variar o tamanho das partículas de alimento. Se o tamanho das partículas de forragem é demasiado pequeno (se as vacas consomem menos de 2,3 Kg de partículas com um comprimento de 2,5 cm) (Hutjens, 2008), não é mantida uma quantidade adequada de fibra no rúmen, a produção de saliva diminui graças ao reduzido tempo de ruminação e, conseqüentemente, o pH ruminal diminui. A capacidade tampão do alimento é largamente determinada pelo tempo de ruminação (Bailey & Balch, 1961) e a fibra fisicamente efectiva (peNDF), correspondendo à fracção de alimento que estimula a ruminação (Mertens, 1997), reflecte as características físicas da fibra, tais como o tamanho das partículas. Partículas de alimento com um comprimento superior a 2 cm contribuem para o aumento de fibra no rúmen e do período de ruminação, assim como para a manutenção de movimentos ruminais normais (Hutjens, 2008).

Quando os concentrados da dieta são demasiadamente refinados, há uma maior exposição à fermentação microbiana, fazendo diminuir o pH ruminal e, conseqüentemente, os riscos de acidose ruminal tornam-se acrescidos. Da mesma forma, animais que consomem uma dieta com uma quantidade de NDF suficiente, mas em que o tamanho das partículas de alimento se encontra severamente reduzido, podem exibir as mesmas desordens metabólicas que vacas alimentadas com uma dieta pobre em fibra (Heinrichs & Kononoff).

Em contrapartida, quando as partículas de alimento são demasiado grandes, crescem os problemas resultantes de uma selecção do alimento à disposição na manjedoura, fazendo

com que o alimento realmente consumido pela vaca leiteira seja muito diferente daquele que foi originalmente formulado (Heinrichs & Kononoff). A selecção do alimento pelos animais está associada a maiores flutuações do pH ruminal ao longo do dia, podendo a ingestão de alimento e a fermentação ruminal encontrar-se comprometidas (Heinrichs & Kononoff). Estes problemas são mais pronunciados em parques sobrelotados ou comuns a novilhas e múltiparas. Nestas condições, os animais hierarquicamente superiores consomem preferencialmente carboidratos fermentáveis e componentes mais palatáveis do alimento, sobrando apenas os componentes mais fibrosos e dificilmente digeríveis para os restantes (Heinrichs & Kononoff).

Tendo em conta que partículas de alimento de dimensões extremas (demasiadamente grandes ou pequenas) predispõem ao aparecimento de problemas ruminais, torna-se imprescindível a adopção de um correcto maneio alimentar, onde não só a quantidade de fibra do alimento, mas também o tamanho das partículas que o compõem, toma necessariamente relevância. A colheita das forragens em estados de maturação adequados e o seu corte em tamanhos apropriados (Heinrichs & Kononoff), são alguns dos procedimentos a não esquecer pelo produtor e que contribuem para a produção de TMRs de qualidade. O equipamento de distribuição e mistura do alimento (Heinrichs & Kononoff), podendo reduzir o tamanho das partículas, têm também que ser levados em conta na avaliação da dieta da vaca leiteira.

Como já foi referido anteriormente, tipicamente, as vacas despendem uma média de 8 horas/dia a ruminar, ou 10-15 minutos por cada 0,45 kg de matéria seca, devendo encontrar-se 60% das vacas a ruminar durante o período de descanso (Hutjens, 2008). A simples observação destes parâmetros numa exploração permite-nos obter importante informação em relação à constituição física do alimento e à presença/ausência de adequada quantidade de fibra efectiva (Hutjens, 2008), alertando o produtor para possíveis problemas nutricionais.

1.8.2.3 Ingestão de alimento

À medida que a ingestão de alimento aumenta, especialmente quando as rações contêm grandes concentrações de carboidratos fermentáveis, o pH ruminal pode diminuir devido à maior disponibilidade de substrato para os microrganismos ruminais. Com o aumento da ingestão de matéria seca, aumenta a quantidade de substrato disponível para as bactérias fermentarem, aumentando o processo fermentativo e a produção de ácidos gordos voláteis. A quantidade de saliva produzida também aumenta, embora a uma taxa relativamente inferior comparativamente com a elevada ingestão de alimento, fazendo com que o efeito tampão da saliva seja anulado, permitindo assim uma queda geral no pH ruminal e um aumento da acidez (Hutjens, 2008).

1.8.2.4 Humidade do alimento

Arraçoamentos com elevada humidade podem fazer reduzir o pH ruminal, uma vez que menos saliva é necessária para humedecer o alimento (menores quantidades de saliva são produzidas, diminuindo o efeito tampão). Por outro lado, se a humidade da ração excede os 55%, a ingestão de matéria seca poderá ficar comprometida (Hutjens, 2008).

1.8.2.5 Método de arraçoamento

Arraçoamentos com TMR (*total mixed rations*) ou rações completas possuem grandes vantagens (**Anexo IV**): estabilizam o pH ruminal, fornecem simultaneamente proteína degradável no rúmen e carboidratos fermentáveis, fazem aumentar a ingestão de matéria seca e minimizam a selecção dos diferentes componentes da ração pela vaca leiteira, fazendo diminuir o risco de alterações digestivas (Hutjens, 2008).

Se os concentrados forem fornecidos separadamente, estes devem ser limitados a 2,27 Kg de matéria seca por refeição (Hutjens, 2008), evitando assim a ingestão de grandes concentrações de carboidratos altamente fermentáveis e minimizando a ingestão de partículas de alimento altamente processadas e refinadas.

Estes factores ilustram a dinâmica do ambiente ruminal. Alterações num dos componentes do alimento podem provocar grandes modificações no conteúdo ruminal. Fornecendo maior quantidade de silagem de milho, por exemplo, fazemos aumentar a concentração de partículas de tamanho reduzido na ração, aumentando a concentração de carboidratos fermentáveis, diminuindo o pH e aumentando a quantidade de humidade na ração (Hutjens, 2008).

1.9 **Nível de produção e composição do leite**

A maior ou menor participação dos diferentes tipos de carboidratos na dieta, levando a alterações na produção e níveis de ácidos gordos voláteis, tem consequências evidentes no desempenho produtivo dos animais, traduzindo-se numa alteração do nível de produção e composição do leite (Hutjens, 2008; Nunes, 2004).

1.9.1 **Teor butiroso do leite**

O maior recurso a alimentos ricos em concentrados e a diminuição simultânea das forragens, provocando a diminuição da componente fibrosa da dieta, tem duas consequências imediatas: o incremento da quantidade de leite produzido e a redução do seu teor em gordura (Nunes, 2004). Este efeito positivo das dietas ricas em carboidratos não estruturais sobre a quantidade de leite, resulta do efeito glucogénico do propionato e das consequentes implicações deste facto com a síntese de lactose (Nunes, 2004). Em contrapartida, o efeito

negativo sobre a gordura é resultante de dois factores distintos: (1) o aumento da fracção líquida do leite resulta numa maior diluição da gordura; (2) a alteração da composição da ração resulta numa redução da síntese de gordura (Nunes, 2004).

(1) A maior diluição da gordura é frequente no início da lactação, quando as produções são mais elevadas e os animais recebem maiores quantidades de alimentos de elevada concentração energética. De facto, verifica-se uma certa tendência para menores percentagens de gordura nas primeiras semanas de lactação, em relação à fase final (Nunes, 2004);

(2) A explicação clássica para a redução da síntese de gordura do leite baseia-se na teoria glucogénica, apresentada por *Mc Clymont* e *Vallance*, segundo a qual dietas ricas em concentrado, estimulando a produção de propionato, fazem aumentar a síntese hepática de glucose (Nunes, 2004). Esta, por sua vez, induz o aumento dos níveis circulatórios de insulina e a diminuição da libertação da hormona do crescimento, traduzindo-se numa maior actividade da lipoproteína lipase hepática e na sua menor actividade ao nível da glândula mamária (Nunes, 2004). A elevação dos níveis de insulina faz aumentar o transporte de ácidos gordos livres para os depósitos de gordura corporal, impedindo a sua incorporação na glândula mamária (Nunes, 2004).

Reconhecendo que esta teoria não é única para explicar o efeito depressivo dos concentrados sobre a gordura do leite, é possível fazer também uma comprovação objectiva. De um modo geral, reconhece-se que os ácidos gordos do leite são sintetizados a partir do acetato (40%), do β -hidroxibutirato (10%) e ainda por incorporação de triglicérides a partir da corrente sanguínea (50%). Qualquer redução nestas fontes conduz a uma diminuição da síntese mamária de gordura (Nunes, 2004). As dietas ricas em amido que, como se referiu, privilegiam fermentações propiogénicas em detrimento das populações microbianas fermentadoras de carboidratos estruturais, conduzem necessariamente a reduções na disponibilidade de acetato e butirato. A diminuição do acetato e butirato produzidos no rúmen vem a reflectir-se no conteúdo de gordura do leite, por falta de substrato para a designada “síntese de novo” que dá origem aos ácidos gordos de cadeia curta (Nunes, 2004).

No desenvolvimento do presente tema, tem-se tratado a questão do conteúdo de gordura do leite exclusivamente em função da proporção entre concentrado e fibra das dietas, por ser a via mais directa de relacionar as produções ruminais de ácidos gordos voláteis com a composição do leite. Deverá, no entanto, ter-se presente que existem outras situações que, por razões semelhantes, podem contribuir para alterar a composição do leite em termos de gordura.

A alteração da forma física em que o arraçoamento é apresentado pode também contribuir para a redução da gordura do leite (Nunes, 2004). O processamento dos cereais, por tornar a fracção amilácea mais acessível ao ataque microbiano no rúmen, cria situações semelhantes às referidas anteriormente a respeito do aumento da fracção concentrada na

dieta. Já em 1977, *Moe et al* constataram que a digestibilidade da matéria orgânica aumenta em função do grau de processamento aplicado ao cereal, o que se traduz em maiores ingestões de matéria seca e no balanço energético estabelecido nos animais (Nunes, 2004). Neste estudo, verificaram que o milho moído oferece mais energia metabolizável que o milho inteiro ou esmagado, o que vem a criar um ambiente ruminal mais próximo dos sistemas alimentares baseados em concentrados. Esta sequência de observações vem assim justificar a maior produção e a consequente redução do teor de gordura do leite (Nunes, 2004).

As diferentes composições das matérias-primas utilizadas no fabrico de alimentos para vacas leiteiras podem, também, influenciar o conteúdo gordo do leite (Nunes, 2004), por razões semelhantes às que se abordaram anteriormente. Em 1986, *Moran* recorreu a três cereais (cevada, trigo e aveia) para constituir a fracção concentrada de dietas para vacas leiteiras, verificando que as diferenças nas suas composições, nomeadamente no seu conteúdo em fibra e amido, vêm-se a reflectir no desempenho dos animais (Nunes, 2004). O autor constatou que vacas mantidas com aveia exibiram leites com níveis mais elevados de gordura, podendo este facto ser interpretado, face ao exposto anteriormente, como resultante dos conteúdos mais elevados de fibra e menores de amido da aveia em relação aos outros dois cereais (Nunes, 2004).

1.9.2 Teor proteico do leite

As variações do conteúdo proteico do leite tendem a acompanhar as variações da quantidade e da lactose (Nunes, 2004). Por outras palavras, as soluções que provocam incrementos na produção terão também um efeito positivo no conteúdo de proteína do leite. Procurando encontrar um compromisso entre as diversas fontes, dir-se-ia que, por cada Mcal de energia limpa ingerida, a percentagem de proteína do leite aumenta entre 0,015 a 0,020% (Nunes, 2004).

A relação entre concentrado e fibra é outro parâmetro alimentar descrito como influente na componente proteica do leite. O aumento da fracção grosseira (fibra) tende a associar-se a menores conteúdos de proteína no leite (Nunes, 2004). A questão que se mantém em discussão reporta-se à capacidade de distinguir se o efeito depressor na proteína do leite se deve à maior quantidade de fibra na dieta ou à menor ingestão de energia resultante do aumento da fracção grosseira em relação à de concentrado. Em 1970, *Yousef et al* verificaram que o aumento de concentrado em relação ao alimento grosseiro traduziu-se num aumento da fracção proteica do leite, acompanhado por um aumento da produção (Nunes, 2004). No entanto, em 1987, *Sutton et al* constataram que, em diferentes tratamentos, com diferentes quantidades de fibra no arraçoamento, e em condições em que a energia bruta oferecida é semelhante, o desempenho dos animais não sofreu grandes diferenças (Nunes, 2004). Por outras palavras, o aumento da fibra na dieta não se traduziu em menor quantidade de proteína

no leite, sugerindo que a quantidade de energia parece ser mais determinante na composição proteica do leite (Nunes, 2004).

Os níveis de proteína e gordura no leite variam consoante a raça leiteira. Perante teores proteicos inferiores à média para a raça ou perante oscilações durante as várias fases da lactação, são de considerar as seguintes causas possíveis (Hutjens, 2008): (1) baixo nível de carboidratos fermentáveis e consequente diminuição de síntese bacteriana de aminoácidos e de aminoácidos disponíveis para a síntese de proteína do leite; (2) baixo nível de ingestão de matéria seca, fazendo diminuir os nutrientes disponíveis para a flora bacteriana ruminal e para a vaca leiteira; (3) insuficiente proteína na dieta e/ou desequilíbrio no balanço de aminoácidos; (4) uso de gorduras como fonte de energia. Se a quantidade de gordura é inferior à de proteína, poderão estar presentes problemas de acidose ruminal (Hutjens, 2008).

1.10 Maximização do conteúdo energético de uma dieta

À medida que o potencial genético para a produção de leite aumenta, a maximização da ingestão de energia pela vaca leiteira torna-se, cada vez mais, num objectivo em nutrição (Krause *et al*, 2003). Isto é especialmente importante em vacas no início da lactação, quando a energia necessária pelo animal frequentemente excede a energia consumida. O aumento do conteúdo energético de uma dieta pode ser conseguido através do aumento da concentração energética por unidade de matéria seca consumida ou através do aumento da ingestão total de matéria seca.

1.10.1 Aumento dos concentrados na dieta

Dietas ricas em carboidratos facilmente fermentáveis e pobres em fibra são fornecidas de forma a aumentar a energia disponível pelo animal, podendo também aumentar a síntese de proteína microbiana (Nocek & Tamminga, 1991; Krause *et al*, 2002a). No entanto, fazem aumentar o risco de acidose ruminal (Krause *et al*, 2002a) e o aparecimento de severas patologias associadas, tais como laminites, ulceração ruminal, abscessos hepáticos (Slyter, 1976) e deslocamentos de abomaso (Heinrichs & Kononoff).

Assim, reconhecendo que as rações de elevada concentração energética exercem efeitos nefastos sobre a saúde do animal, assim como na composição do leite (gordura), também é claro que não é possível obter altas produções de leite sem o recurso a concentrados, sendo estes por vezes administrados em grandes quantidades. Este conflito é inevitável, particularmente quando se trabalha com animais de elevado potencial produtivo.

Nestas condições, parece evidente a necessidade de recorrer a soluções que permitam a utilização de quantidades substanciais de concentrado, sem que haja efeitos nefastos sobre o rúmen e o conteúdo de gordura do leite. Evitando-se a descida do pH ruminal, consegue-se manter a população microbiana do rúmen em proporções tais que não há desaparecimento das

populações produtoras de acetato e butirato (Nunes, 2004). Nestas circunstâncias, e mesmo com dietas ricas em concentrado, é possível manter um ambiente mais característico das dietas grosseiras, evitando-se assim o desenvolvimento de acidoses ruminais e a redução do conteúdo de gordura do leite (Nunes, 2004). O recurso a tampões, como o bicarbonato de sódio, e estimulantes da flora bacteriana produtora de acetato constituem alternativas que permitem atingir esses objectivos (Nunes, 2004). O uso de certas leveduras parece ter também um efeito estabilizador sobre as populações microbianas, actuando de modo a conter a descida de pH, e suscitando assim o seu interesse no controlo do conteúdo de gordura do leite em animais submetidos a regimes alimentares de elevada concentração energética (Nunes, 2004).

1.10.2 Optimização da ingestão de matéria seca

A optimização da ingestão de matéria seca consiste no “factor chave” para aumentar o nível de energia da vaca leiteira, no entanto, é também o primeiro factor limitante na maioria dos arraçoamentos (Hutjens, 2008):

1. A ingestão de matéria seca é baseada no peso corporal do animal e, especialmente, no nível de produção leiteira. Com excepção de animais em crescimento ou que estejam a ganhar peso corporal, por cada 0,45 Kg adicionais de matéria seca consumida são produzidos mais 0,9-1,1 Kg de leite (Hutjens, 2008).
2. A ingestão de matéria seca é menor na primeira fase de lactação e em novilhas (Hutjens, 2008). O pico de ingestão de matéria seca está dependente da dieta fornecida durante o período de transição, assim como do aparecimento de desordens metabólicas, podendo ser atingido 5-10 semanas mais tarde que o pico de produção de leite (Hutjens M, 2008). Aumentando a concentração de carboidratos fermentáveis três semanas antes do parto, podemos estimular o crescimento das papilas ruminais (aumenta a absorção de ácidos gordos voláteis pelo rúmen), aumentar a capacidade física do rúmen e diminuir a incidência de cetoses ao parto (Hutjens, 2008). Investigadores da Universidade de Wisconsin reportaram mesmo um maior nível de ingestão de matéria seca três semanas após o parto em vacas que ingeriram maiores quantidades de matéria seca uma semana antes do parto (Hutjens, 2008).
3. As vacas leiteiras tipicamente consomem 0,9% do seu peso corporal na forma de fibra detergente neutro (NDF) (Hutjens, 2008). O preenchimento físico do tracto digestivo limita a ingestão de quantidades adicionais de matéria seca. Assim, dietas ricas em fibra, forragens de baixa qualidade ou baixas taxas de passagem do alimento consistem em factores limitantes para o preenchimento ruminal, estando associadas a uma menor ingestão de matéria seca (Hutjens, 2008).
4. Quando a humidade do alimento total ultrapassa os 55%, a ingestão de matéria seca pode diminuir 3-5% (Hutjens, 2008).

5. Se o acesso dos animais à manjedoura se encontra limitado por períodos superiores a 4 horas/dia (exemplo: vacas mantidas no parque de ordenha por períodos longos, manjedouras vazias), a ingestão de matéria seca poderá encontrar-se comprometida, devido a um consumo insuficiente de alimento durante o tempo em que este se encontra disponível (Hutjens, 2008).
6. Outros factores não nutricionais, tais como problemas podais, stress térmico e alimento contaminado, podem também interferir com a ingestão de matéria seca.

Neste contexto, o papel do médico veterinário passa também por auxiliar o produtor na implementação de um sistema nutricional equilibrado e adequado às capacidades de cada exploração e, através da adopção de práticas simples, formar o produtor no sentido da prevenção e da maximização do potencial genético do efectivo, sem que assim comprometa a saúde dos animais.

1.11 “Penn State Forage Particle Separator”

De acordo com o que foi exposto ao longo deste trabalho, a distribuição adequada do tamanho das partículas num arraçoamento da vaca leiteira consiste num factor importante para a sua formulação, tendo implicações ao nível da saúde ruminal. A *Penn State Forage Particle Separator* (**Anexo III**) permite determinar, de uma forma objectiva, o tamanho das partículas de forragens e de TMRs, podendo auxiliar o produtor na resolução de problemas e no melhoramento da nutrição da exploração.

Tendo sido introduzida em 1996 e sendo originalmente constituída por 3 tabuleiros, teve como objectivo mimetizar, de uma forma simplificada e praticável em campo, o complexo método de separação de partículas já realizado em laboratório (Heinrichs & Kononoff). Graças à necessidade de uma análise mais detalhada da composição física do alimento da vaca leiteira, à caixa original foi posteriormente acrescentado um quarto tabuleiro.

A análise da distribuição de alimento e de partículas de forragem segundo este método passa pela separação dos componentes do arraçoamento da vaca leiteira através da utilização de uma caixa de crivos, e deve ser realizada recorrendo a medições de amostras frescas de TMR, garantindo assim a inexistência de qualquer alteração na composição original do alimento. Após a separação dos componentes segundo o método descrito na bibliografia (Heinrichs & Kononoff), as diferentes fracções de alimento (representadas por diferentes tamanhos das partículas) são seguidamente pesadas e os resultados obtidos comparados com os valores padrão indicados na literatura (Heinrichs & Kononoff; Hutjens, 2000). Quando é usada a caixa de três crivos, a porção de alimento que permanece no tabuleiro superior, correspondendo às partículas de maior tamanho, consiste na fracção do alimento que estimula a ruminação e a produção de saliva; já no tabuleiro inferior ficarão as partículas mais pequenas

e, por isso, mais facilmente fermentáveis. Ao contrário do que se pensava anteriormente, a fracção de alimento que fica no tabuleiro intermédio não é menos importante, uma vez que consiste também em fibra efectiva que, embora de dimensões mais reduzidas, fornece maior superfície de ligação para as bactérias e faz abrandar a velocidade de passagem do alimento no tracto digestivo do animal (Hutjens, 2000).

A selecção dos componentes do alimento pelos animais, podendo também ser avaliada através da utilização desta caixa, deve ser realizada através da recolha, ao longo do dia, de diferentes amostras do alimento na manjedoura, e os resultados obtidos não deverão diferir mais do que 3-5% do TMR original (Heinrichs & Kononoff).

A humidade do alimento consiste num factor importante a ter em conta na análise de amostras, uma vez os altos teores de humidade no alimento (superiores a 55%) impossibilitam a separação eficaz dos diferentes componentes (Heinrichs & Kononoff). Academicamente, a análise deveria ser realizada recorrendo a amostras previamente secas (com 100% de matéria seca) (Hutjens, 2000), no entanto este procedimento requer maior disponibilidade de tempo e equipamento, inviabilizando assim a sua praticabilidade em campo.

Seguidamente, será descrito o trabalho prático desenvolvido ao longo do período de estágio que, tendo por base a utilização da *Penn State Forage Particle Separator*, tem como objectivo estudar a composição física de arraçoamentos de vacas leiteiras de explorações portuguesas e americanas, tentando identificar possíveis diferenças entre as duas realidades e as suas implicações na saúde dos animais, assim como estudar a relação entre a fracção de fibra efectiva de um alimento e a qualidade do leite.

2 Resultados e Discussão do Trabalho

2.1 1ª Fase - Estados Unidos da América

2.1.1 Material e Métodos

Entre 30 de Setembro de 2009 e 4 de Outubro do mesmo ano, foi realizado um estudo experimental numa exploração leiteira americana do estado de Washington, com 600 animais em ordenha e 3 ordenhas diárias, com o objectivo de caracterizar o arraçoamento das vacas em lactação e procurar novas oportunidades de intervenção e melhoramento nutricional. Durante cinco dias consecutivos, foram recolhidas duas amostras diárias do TMR ao longo de diferentes pontos da manjedoura de vacas em lactação, sendo a primeira amostra recolhida logo pela manhã, após o fornecimento do alimento aos animais, e a segunda no final do dia (o alimento era distribuído apenas uma vez por dia). Após a recolha de cada amostra, foi utilizada uma caixa de crivos com três tabuleiros (*Penn State Forage Separator*) para a separação das diferentes fracções do alimento segundo o tamanho das partículas (**Anexo III**) e de acordo com o método esquematizado no **Anexo V**. Este procedimento foi realizado cinco vezes para cada amostra recolhida. Por fim, cada fracção de alimento foi pesada numa balança digital portátil, sem qualquer secagem prévia, e os resultados obtidos registados e analisados.

2.1.2 Resultados e Discussão

Este estudo foi prolongado posteriormente, no entanto, graças à impossibilidade de representar todos os resultados obtidos e não se verificando grandes oscilações ao longo do tempo, são apenas fornecidos os resultados de três dias consecutivos, uma vez que são representativos do total das amostras recolhidas (**Anexo VI**).

Cada amostra total foi recolhida ao longo de diferentes pontos da manjedoura, de forma a assegurar que esta fosse representativa do alimento que os animais possuem à disposição, e tentando assim evitar erros resultantes de uma mistura e distribuição incorrecta pela máquina de *unifeed*. Seguidamente, cada amostra total foi processada cinco vezes, correspondendo cada procedimento a uma diferente região da manjedoura, e podendo assim comparar a estrutura física do alimento em diferentes pontos desta. Analisando estes resultados e assumindo como significativa uma variação superior a $\frac{1}{4}$ da média das amostras, podemos verificar que, tanto na amostra da tarde do dia 30 como em ambas as amostras do dia 1, se observam oscilações na distribuição das partículas longas de alimento (tabuleiro superior), não se observando, no entanto, qualquer diferença significativa nos outros tabuleiros. Os resultados obtidos a partir das amostras recolhidas da parte da tarde poderão encontrar-se adulterados, uma vez que os animais poderão já ter seleccionado o alimento, sendo por isso abusivo tirar qualquer conclusão a partir desses dados. No entanto, no que diz respeito aos resultados da

manhã do dia 1, a oscilação significativa na distribuição das partículas longas poderá resultar de uma mistura e distribuição inadequada do alimento pela máquina de unifeed.

De acordo com os dados representados no **Anexo VI**, e tendo em conta os limites padrão indicados na literatura (**Anexo VII**), verifica-se que, salvo em situações pontuais em que a fracção de partículas longas (presente no tabuleiro superior) é ligeiramente superior ao aconselhado, a distribuição de partículas de alimento vai ao encontro daquilo que seria desejável. Estes dados levam-nos a crer que os arraçoamentos analisados contêm uma quantidade de fibra fisicamente efectiva adequada, representada fundamentalmente pelas partículas presentes no tabuleiro superior, mas também no intermédio. Por outro lado, a quantidade de partículas finas (tabuleiro inferior), representada principalmente por carboidratos fermentáveis no rúmen, encontrando-se dentro dos limites padrão, é suficiente para fornecer um bom nível de energia aos animais (entre 40 e 50% da amostra total). À partida, estes resultados levariam-nos a assumir que a saúde ruminal dos animais se encontra em bom estado, o que seria aliás consistente com a baixa (ou até quase nula) incidência de deslocamentos de abomaso na exploração verificada nos últimos meses. No entanto, analisando os dados mais detalhadamente, e comparando os resultados das amostras da manhã com as respectivas amostras do final do dia, podemos verificar que existem diferenças significativas (superiores a 3-5%) na composição do alimento entre os dois períodos, sustentando a possibilidade de os animais se encontrarem a seleccionar os diferentes componentes do arraçoamento. Assim, apesar da distribuição de partículas do alimento ser adequada, estando presente uma boa fracção de fibra efectiva, muito provavelmente o tamanho das partículas longas é demasiado grande, permitindo a selecção de partículas mais palatáveis e, conseqüentemente, a deturpação da qualidade do TMR original. Embora estes dados possam explicar a suspeita inicial de acidoses ruminais, resultante da observação de uma elevada incidência de diarreias na exploração, seria necessária a recolha de fluído ruminal dos animais suspeitos para se atingir um diagnóstico definitivo (não tendo este sido realizado).

Neste contexto, tendo em conta que poderíamos estar perante um problema de mistura do alimento no unifeed, o Dr. Earl Aalseth considerou oportuna a avaliação do método de preparação dos arraçoamentos. Adicionalmente, aconselhou a adição de substâncias que, promovendo a agregação das partículas, fizessem reduzir a selecção do alimento pelos animais.

Neste caso, o objecto de estudo consistiu apenas na composição física do arraçoamento da exploração, não tendo sido recolhida informação relativa à composição do leite.

2.2 2ª Fase - Portugal

2.2.1 Material e Métodos

O estudo experimental que agora se apresenta resulta do trabalho desenvolvido em Portugal durante as duas primeiras semanas de Janeiro (tendo-se iniciado a 4 de Janeiro de 2010 e finalizado a 15 de Janeiro de 2010) e teve como objectivo caracterizar o arraçoamento de vacas leiteiras de explorações da região Entre-Douro-e-Minho de acordo com a sua composição física, assim como estudar a relação entre o tamanho das partículas do alimento e os teores de gordura e proteína do leite.

Foram visitadas um total de 24 explorações de bovinos leiteiros da região Entre-Douro-e-Minho, não havendo, salvo em raras excepções (por suspeita de algum problema na composição do alimento, por exemplo), qualquer critério na escolha das explorações a incluir no estudo. As visitas às explorações decorreram segundo a ordem agendada pelos médicos veterinários que acompanhei.

Em cada exploração, foi recolhida uma amostra do alimento ao longo de diferentes pontos da manjedoura de vacas em lactação (“alimento verde”), sendo seguidamente utilizada uma caixa de crivos com três tabuleiros (*Penn State Forage Separator*) para a separação das partículas de alimento segundo o seu tamanho e de acordo com o método esquematizado no **Anexo V**. Este procedimento foi realizado duas vezes para cada amostra de alimento de cada exploração, sendo cada amostra de cada tabuleiro devidamente armazenada em sacos de plástico previamente identificados. No final de cada dia, todas as amostras foram pesadas numa balança *Sartorius BP 3100S* (com uma incerteza de 0,0083g, e um erro de indicação de 0,01g para uma massa padrão de 50g) do Laboratório de Nutrição Animal do Campus Agrário de Vairão, sem que tenha sido realizada qualquer secagem prévia, e os valores obtidos registados e analisados.

2.2.2 Resultados e Discussão

As explorações incluídas no estudo encontram-se sumariadas e caracterizadas no **Anexo VIII**. Teve-se o cuidado de registar a hora de distribuição do alimento, assim como a hora da colheita da amostra, uma vez que a existência de longos períodos de tempo entre as duas etapas pode influenciar o conteúdo final da amostra (os animais poderão já ter seleccionado alguns componentes do alimento), eliminando assim a validade dos resultados obtidos. Para além disso, cada amostra foi recolhida ao longo de diferentes pontos da manjedoura, de forma a assegurar que esta fosse representativa do alimento que os animais possuem à disposição, e tentando assim evitar erros resultantes de uma mistura e distribuição incorrecta pela máquina de *unifeed*.

Todas as explorações abrangidas pelo estudo fornecem um arraçoamento constituído por silagem de milho, palha e concentrado; contudo verificam-se variações no método de

fornecimento do concentrado, de acordo com o critério adoptado pelo produtor: em algumas explorações, parte do concentrado é fornecido “a olho” na manjedoura, após a ordenha, e de acordo com o nível de produção do animal; noutras explorações o concentrado é fornecido total ou parcialmente em *boxes* (o restante é adicionado no *unifeed*); as restantes explorações fornecem um TMR completo, com excepção de apenas uma que fornece palha à descrição, para além daquela que é adicionada no *unifeed*.

Como já foi referido, a separação das partículas de alimento a partir de cada amostra recolhida na manjedoura, foi realizada duas vezes em cada exploração. Este procedimento permitiu obter duas amostras (1 e 2) em cada exploração, e teve como objectivo detectar possíveis diferenças na composição do mesmo alimento em diferentes pontos da manjedoura e obter um valor final mais próximo do real, conseguido através da média dos resultados de cada amostra. Graças a isto, foi também possível determinar possíveis interferências da massa total de cada amostra (1 e 2) nos resultados obtidos nos respectivos tabuleiros, através da diferença entre as massas totais das amostras 1 e 2 de cada exploração, uma vez que quanto maior for a quantidade de alimento utilizada, maior será a dificuldade na separação das partículas. Este cálculo teve, por isso, como objectivo determinar a coerência do método de trabalho do operador.

Nos **tabelas 1 e 2** encontram-se registados os resultados obtidos nas explorações em que o alimento é fornecido sob a forma de *total mixed ration* (TMR completo). Na **tabela 2**, a análise dos resultados tem por base os limites padrão indicados pela literatura (**Anexo VII**) (Hutjens M, 2000).

EXPL	TAB SUP (g)		TAB INTERM (g)		TAB INF (g)		TOTAL(g)		Δ AMOST
	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	
1	17,5	17,9	83,6	93,9	180,7	190,8	281,8	302,6	20,8
2	11,7	8,7	155,6	141,8	207,3	194,6	374,6	345,1	29,5
3	23,9	19,5	149,8	146,3	228,8	230,3	402,4	396,1	6,4
5	25,6	24,1	89,1	104,7	226,3	239,0	341,0	367,8	26,8
6	9,6	6,2	134,8	141,9	295,8	297,9	440,1	446,0	5,9
7	14,2	12,2	160,5	155,4	221,4	240,5	396,0	408,0	12,0
9	21,9	21,7	129,3	130,6	237,0	248,2	388,1	400,5	12,4
10	33,2	29,2	87,0	95,9	209,5	233,7	329,6	358,8	29,2
11	11,6	8,0	111,4	128,6	360,5	398,4	483,5	535,0	51,6
12	12,3	10,6	170,9	174,6	272,0	283,0	455,1	468,2	13,1
14	24,6	10,6	120,6	157,9	361,5	413,5	506,7	581,9	75,2
17	34,4	23,9	76,2	92,9	256,7	264,5	367,3	381,3	14,0
19	24,2	18,7	203,7	200,9	346,4	330,2	574,3	549,8	24,5
23	29,9	21,4	131,2	124,7	247,7	212,4	408,7	358,5	50,3
24	17,2	11,4	187,2	198,4	271,9	253,4	476,4	463,3	13,1

Tabela 1: Massas totais das duas amostras (1 e 2) recolhidas em cada exploração onde o alimento é fornecido sob a forma de *total mixed ration*; massas das diferentes fracções de alimento obtidas a partir de cada amostra total

após a separação dos diferentes componentes (fracções que ficaram no tabuleiro superior, intermédio e inferior); variação entre massas totais das duas amostras de cada exploração.

Através da análise dos dados da **tabela 1**, podemos verificar que a diferença entre massas totais das amostras 1 e 2 não é relevante, anulando à partida a possibilidade de interferências da massa da amostra total nos resultados obtidos nos respectivos tabuleiros. Foi estipulado que se entende como relevante uma diferença superior a $\frac{1}{4}$ da média da massa total da respectiva amostra (1 e 2).

Pela análise das **tabelas 1 e 2**, e entendendo-se como significativa uma diferença superior a $\frac{1}{4}$ da média das amostras, podemos verificar que em algumas explorações, a quantidade de alimento presente no tabuleiro superior difere ligeiramente entre as amostras 1 e 2 (explorações 6, 11, 14, 17 e 24), não se observando, no entanto, qualquer diferença significativa nos outros tabuleiros. Julgo que não será errado de todo afirmar que estes dados poderão sugerir alguma heterogeneidade do alimento ao longo da manjedoura, resultante de uma mistura ou distribuição inadequada do alimento pelo *unifeed*, uma vez que confirmam a suspeita inicial do operador criada durante a recolha das amostras. No entanto, seria necessário, para cada exploração, a análise de um número de amostras superior para poder comprovar esta suspeita.

EXPL	TAB SUP %		TAB INTERM %		TAB INF (%)		TAB SUP MÉDIA%	TAB INTER MÉDIA%	TAB INF MÉDIA%
	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2			
1	6,2	5,9	29,7	31,0	64,1	63,0	6,1	30,3	63,6
2	3,1	2,5	41,5	41,1	55,3	56,4	2,8	41,3	55,9
3	5,9	4,9	37,2	36,9	56,8	58,1	5,4	37,1	57,5
5	7,5	6,6	26,1	28,5	66,4	65,0	7,0	27,3	65,7
6	2,2	1,4	30,6	31,8	67,2	66,8	1,8	31,2	67,0
7	3,6	3,0	40,5	38,1	55,9	58,9	3,3	39,3	57,4
9	5,6	5,4	33,3	32,6	61,1	62,0	5,5	33,0	61,5
10	10,1	8,1	26,4	26,7	63,6	65,1	9,1	26,6	64,3
11	2,4	1,5	23,0	24,0	74,6	74,5	1,9	23,5	74,5
12	2,7	2,3	37,5	37,3	59,8	60,4	2,5	37,4	60,1
14	4,9	1,8	23,8	27,1	71,3	71,1	3,3	25,5	71,2
17	9,4	6,3	20,8	24,4	69,9	69,4	7,8	22,6	69,6
19	4,2	3,4	35,5	36,5	60,3	60,1	3,8	36,0	60,2
23	7,3	6,0	32,1	34,8	60,6	59,3	6,6	33,4	59,9
24	3,6	2,5	39,3	42,8	57,1	54,7	3,0	41,1	55,9
							4,7	32,4	63,0

Tabela 2: Diferentes fracções de alimento obtidas a partir de cada amostra (1 e 2) após a separação dos diferentes componentes (%s de alimento que ficaram no tabuleiro superior, intermédio e inferior) e média das percentagens obtidas em cada tabuleiro, em explorações onde o alimento é fornecido sob a forma de *total mixed ration*. A última linha representa as médias, para cada tabuleiro, de todas as explorações abrangidas pelo estudo. Os dados a vermelho representam valores fora dos limites padrão considerados normais pela literatura (**Anexo VII**).

Estando representados a vermelho os resultados obtidos que se encontram fora dos limites padrão aconselhados pela literatura (**tabela 2**), podemos verificar que, em todas as explorações incluídas no estudo, a percentagem de fracção fina no arraçoamento é superior ao valor padrão. Adicionalmente, verificamos que apenas 2/15 das explorações abrangidas contêm uma adequada quantidade de partículas de tamanho intermédio, e que apenas 7/15 possuem uma adequada quantidade de partículas longas. De acordo com o que foi descrito e tendo em conta a média, para cada tabuleiro, do total das explorações, podemos concluir que, de uma forma geral, graças sobretudo ao excesso de partículas finas no alimento e à insuficiente fracção de partículas intermédias, a composição física dos TMRs das explorações abrangidas se encontra muito desequilibrada.

Nos **Anexos IX e X** encontram-se registados os resultados obtidos nas explorações em que o concentrado é fornecido total ou parcialmente à parte e na exploração em que é fornecida fibra à descrição. A análise dos resultados tem também por base os limites padrão em anexo (**Anexo VII**).

Pela análise dos **Anexos IX e X**, e de acordo com o mesmo critério acima referido (diferença superior a $\frac{1}{4}$ da média das massas totais das amostras 1 e 2), podemos verificar que a diferença entre as massas totais das amostras 1 e 2 não é relevante, anulando assim a possibilidade de interferências da massa total da amostra nos resultados obtidos nos respectivos tabuleiros. No entanto, mantendo o mesmo critério que foi utilizado na tabela 2, podemos verificar que, nas explorações 13, 16, 18 e 22, a quantidade de alimento presente no tabuleiro superior difere ligeiramente entre as amostras 1 e 2, não se observando, mais uma vez, qualquer diferença significativa nos outros tabuleiros. Estes dados poderão resultar, como vimos anteriormente, de alguma heterogeneidade do alimento criada pela máquina de *unifeed*.

Das 7 explorações em que o concentrado é fornecido parcialmente à parte, 3 disponibilizaram aos animais um alimento com uma quantidade de partículas finas superior ao limite padrão indicado na literatura, 2 explorações forneceram alimento com uma quantidade insuficiente de partículas intermédias e 1 exploração forneceu uma quantidade insuficiente de partículas longas. Não podemos esquecer que, nestas explorações, é ainda fornecido mais concentrado à parte, fazendo aumentar a proporção de partículas finas e reduzir a proporção de partículas intermédias e longas no alimento real que os animais consomem. Desta forma, os resultados obtidos não retratam a composição física real do alimento fornecido nestas explorações. Em algumas delas, encontrando-se a fracção de partículas finas tão próxima dos 50% (exemplo: 48,6% e 49,3% nas explorações 21 e 22, respectivamente), é muito provável que a sua proporção real (após o acrescento fornecido à parte) ultrapasse o limite padrão. Desta forma, na realidade, o número de explorações com um défice de partículas longas e

intermédias e um excesso de partículas finas no arraçoamento poderá ser bastante superior ao que se encontra retratado na tabela.

O mesmo acontece com a amostra da exploração 13 em que, apesar de todo o concentrado ser fornecido nas boxes, possui já um excesso de partículas finas na sua composição e um défice de partículas intermédias.

Seguindo o mesmo raciocínio, na exploração 22, onde para além do TMR possuir já palha, esta é ainda fornecida adicionalmente à descrição aos animais, verificamos que a fracção de partículas finas que os animais consomem na realidade poderá não ser tão grande como o que se encontra representado. Na verdade, a proporção de partículas longas que os animais consomem é superior e a proporção de partículas finas inferior ao que foi determinado com a caixa de crivos.

Não podemos esquecer, contudo, que este estudo se baseia apenas numa análise pontual, não havendo, devido à limitação do tempo de estágio, informação sobre a composição do alimento em diferentes períodos. De facto, a constituição física do arraçoamento pode variar de acordo com inúmeros factores, e uma análise pontual poderá não retratar aquilo que é geralmente consumido pelos animais. Mesmo não procedendo a alterações na composição do alimento em termos de quantidades e matérias-primas, a simples mistura dos diferentes componentes na máquina de *unifeed*, durante mais ou menos tempo, poderá influenciar o resultado final.

Considerando apenas os valores apresentados no **Anexo X**, apesar das médias dos tabuleiros intermédio e inferior, para o total das explorações, se encontrarem fora dos limites padrão, podemos verificar que 4/9 explorações fornecem aos animais um arraçoamento com uma distribuição de partículas adequada (embora esta distribuição possa ser fictícia, como já foi referido).

É importante relembrar que o alimento que fica no tabuleiro superior, correspondendo à fracção longa do alimento, constitui a fibra fisicamente efectiva do arraçoamento, estando directamente relacionada com o tempo de ruminação e a produção de saliva e, conseqüentemente, com a estabilização do pH ruminal. No entanto, não se pretende que o tamanho das partículas seja demasiado grande, de forma a evitar a selecção dos componentes do arraçoamento pelos animais. Por outro lado, o excesso de partículas pequenas no arraçoamento da vaca leiteira poderá estar associado a um aumento dos alimentos facilmente fermentáveis no rúmen e, tal como descrito ao longo do trabalho, a uma diminuição do pH ruminal e a um aumento na incidência de patologias associadas.

Embora não seja possível, apenas com os dados apresentados, chegar a uma causa específica para uma fracção fina tão elevada na maioria dos arraçoamentos estudados, torna-se importante tentar perceber quais as possíveis causas associadas. De facto, há uma série de

factores que pode estar na génese destes valores. É do nosso conhecimento que o corte das plantas em partículas demasiado pequenas durante a ensilagem, o exagerado tempo de mistura no *unifeed*, a administração de elevadas quantidades de concentrado, assim como o fornecimento de pouca palha ou de palha com um tamanho de partícula reduzido, são possíveis causas do grande desequilíbrio físico no alimento observado nestas explorações. Seria depois necessário, através de um estudo mais abrangente e durante um período de tempo mais alargado, tentar determinar a ou as causas presentes em cada exploração.

De forma a estudar mais objectivamente a saúde ruminal, e na tentativa de estabelecer uma associação entre a composição física dos arraçoamentos e o pH ruminal, teria sido interessante proceder à recolha de amostras de líquido ruminal de vários animais, bem como de toda a história clínica das diferentes explorações. Esta ideia consistiu no objectivo inicial do trabalho, no entanto, graças à necessidade de realização de abdominocenteses e à sua provável reprovação por parte dos produtores, rapidamente me vi obrigada a abandonar este projecto. A técnica envolvida (abdominocentese), embora não seja demasiado invasiva, possui alguns riscos associados (exemplo: peritonite). Por outro lado, a recolha da história clínica das diferentes explorações não teria validade para o estudo em causa, uma vez que uma parte dos diagnósticos é realizada pelos próprios produtores.

Neste seguimento, decidi então recolher, em cada exploração, informação sobre a composição do leite do mês de Dezembro e, assumindo que não existem grandes diferenças entre os arraçoamentos distribuídos em Dezembro e Janeiro, tentei estudar a relação entre a quantidade de fibra fisicamente efectiva presente no alimento (representada pela fracção de partículas longas, presente no tabuleiro superior) e os resultados da qualidade do leite, nomeadamente o seu teor em gordura. Idealmente, esta relação deveria ser estabelecida recorrendo aos resultados da qualidade do leite do mês de Janeiro, uma vez que a análise da composição física do alimento foi realizada durante esse mesmo período. No entanto, devido ao facto de os próprios produtores não terem ainda acesso a essa informação nas datas em que foram interpolados, tal não foi possível.

Os dados relativos à qualidade do leite do mês de Dezembro encontram-se sumariados no **Anexo XI**. Uma vez que não tive acesso a toda a informação necessária, a análise à composição do leite encontrar-se-á um pouco limitada.

Na tentativa de estudar a relação entre a produção média e o teor butiroso do leite nas explorações em que é fornecido TMR, decidi representar os dados graficamente, tendo verificado que, embora o número de explorações incluídas na análise seja muito reduzido, é possível observar uma tendência de evolução (**Anexo XII**): o teor butiroso tende a diminuir à medida que aumenta o nível de produção médio. No entanto, seria necessário um maior número de amostras para comprovar estes resultados.

Nos **Anexos XIII e XIV** encontram-se representadas graficamente as relações entre o teor butiroso do leite e as fracções de partículas longas (fibra fisicamente efectiva) e finas, respectivamente, em explorações onde é fornecido TMR aos animais, não sendo observada qualquer tendência na evolução dos dados. Não podemos esquecer que, para além do tamanho das partículas de alimento, existem numerosos factores, tais como a adição de substâncias tampão ou a adição de leveduras para a estabilização do pH ruminal, que poderão fazer variar a saúde e fermentação ruminal e, conseqüentemente, a qualidade do leite. O nível de produção dos animais, bem como as datas de partos (ou fase da lactação em que os animais se encontram) consistem também em factores relevantes a ter em conta neste estudo. Neste contexto, seria necessária uma investigação mais aprofundada e uma amostra de dimensão superior, de forma a obtermos dados conclusivos. Não foi igualmente possível estabelecer qualquer relação entre a composição física do alimento e a composição do leite em explorações onde o concentrado é fornecido total ou parcialmente à parte, devido ao reduzido número de amostras.

Neste trabalho, não foram objectos de estudo o *score* de fezes, a condição corporal e os parâmetros sanguíneos ácido-base dos animais, no entanto é de referir a sua importância e interesse em estudos posteriores, de forma a complementar e aprofundar o trabalho desenvolvido até esta data.

Por fim, e apesar de todas as limitações já apontadas, não posso deixar de salientar a diferença observada entre os resultados obtidos no estudo decorrido nos Estados Unidos da América e no estudo realizado em Portugal. De facto, na exploração americana, ao contrário das explorações portuguesas abordadas, não se verifica qualquer erro na proporção de partículas finas e intermédias no arraçoamento. Estes resultados poderão reflectir um maior acompanhamento nutricional na exploração americana em causa, e estar na origem da menor incidência de patologias associadas a desequilíbrios nutricionais. Tentando generalizar um pouco, mas não querendo ser excessiva, julgo que não será errado afirmar que as explorações incluídas no estudo poderão retratar a diferença observada entre as realidades portuguesa e americana, não só no que diz respeito ao papel do veterinário nas explorações leiteiras, mas também em relação ao sucesso deste sector.

3 Conclusões

O sucesso do produtor na alimentação da vaca leiteira passa não só pela implementação de um sistema nutricional equilibrado e adequado às necessidades da exploração, mas também pela observação atenta dos animais e adopção de medidas e práticas simples que o auxiliem na prevenção e detecção atempada de problemas.

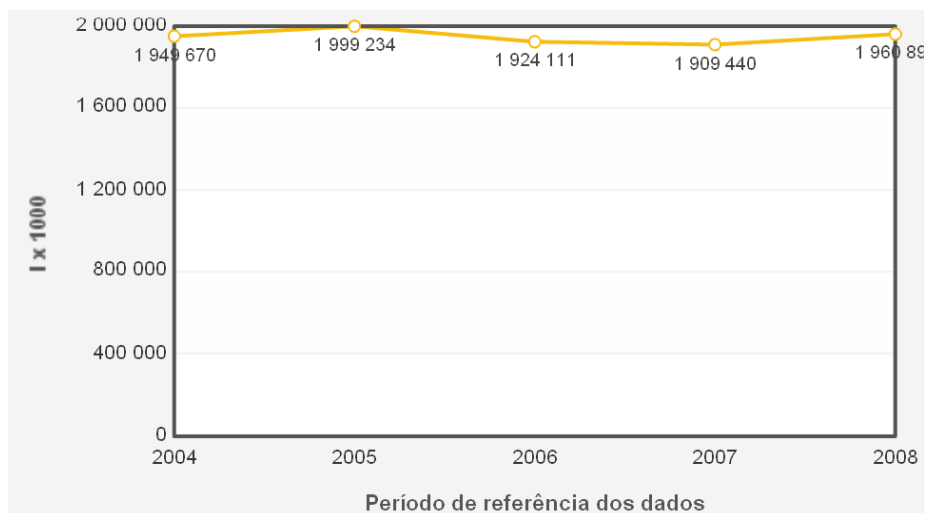
A *Penn State Forage Particle Separator* consiste numa ferramenta útil em campo que, podendo ser adquirida por um baixo custo, permite avaliar a composição física do arraçoamento das vacas leiteiras, auxiliando o produtor na selecção de alimentos de qualidade, na resolução de problemas nutricionais e na identificação de novas oportunidades de sucesso da exploração.

4 Bibliografia

- Allen MS (1997), "Relationship Between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber", **Journal of Dairy Science** 80: 1447-1462;
- Armentano L, Pereira M (1997), "Measuring the Effectiveness of Fiber by Animal Response Trials", **Journal of Dairy Science** 80: 1416-1425;
- Ash RW (1959), "Inhibition and Excitation of Reticulo-Rumen Contractions Following the Introduction of Acids Into the Rumen and Abomasum", **Journal of Physiology** 147: 58-73;
- Bailey CB & Balch CC (1961), "Saliva Secretion and Its Relation to Feeding in Cattle. 2. The Composition and Rate of Secretion in the Cow During Rest", **British Journal of Nutrition** 15: 371-382;
- Beauchemin KA, Yang WZ, Rode LM (2003), "Effects of Particle Size of Alfalfa-Based Dairy Cow Diets on Chewing Activity, Ruminal Fermentation, and Milk Production", **Journal of Dairy Science** 86: 630-643;
- Chamberlain AT, Wilkinson JM (1998), **Feeding the Dairy Cow**, 1^ª Ed, Chalcombe Publications
- Hoover WH (1986); "Chemical Factors Involved in Ruminal Fiber Digestion", **Journal of Dairy Science** 69: 2755-2767;
- Hutjens M (2000) : <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=586>;
- Hutjens M (2008), **Feeding Guide**, 3rd Ed, Hoard's Dairyman;
- Heinrichs J & Kononoff P, "Evaluating Particle Size of Forages and TMR's Using the New Penn State Forage Particle Separator", Department of Dairy and Animal Sciences, Pennsylvania State University;
- Krause KM, Combs DK, Beauchemin KA (2002), "Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows I. Milk Production and Diet Digestibility", **Journal of Dairy Science** 85: 1936-1946;
- Krause KM, Combs DK, Beauchemin KA (2002), "Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows II. Ruminal pH and Chewing Activity", **Journal of Dairy Science** 85: 1947-1957;
- Krause KM, Combs DK (2003), "Effects of Forage Particle Size, Forage Source, and Grain Fermentability on Performance and Ruminal pH in Midlactation Cows", **Journal of Dairy Science** 86: 1382-1397;
- Nocek JE & Tamminga S (1991); "Site of Digestion of Starch in the Gastrointestinal Tract of Dairy Cows and Its Effects on Milk Yield and Composition", **Journal of Dairy Science** 74: 3598-3629;
- Nunes AF (2004), **Leite – Mecanismos de Produção**, Fenalac;
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1993), **Nutricion Animal**, 4^ª Ed, Editorial Acribia, S.A.;
- Mertens DR (1997), "Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows", **Journal of Dairy Science** 80: 1463-1481;
- National Research Council (2001), **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7th Rev. Ed., Natl. Acad Press, Washington DC;
- Russell JB, O'Connor JD, Fox DG, Van Soest PJ, Sniffen CJ (1992), "A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminal Fermentation", **Journal of Animal Science** 70:3551-3561;
- Shriver BJ, Hoover WH, Sargent JP, Crawford Jr. RJ, Thayne WV (1986), "Fermentation of a High Concentrate Diet as Affected by Ruminal pH and Digesta Flow", **Journal of Dairy Science** 69: 413-419;
- Slyter LL (1976), "Influence of Acidosis on Ruminal Function", **Journal of Animal Science** 43: 910-929;
- Sudweeks EM, Ely LO, Mertens DR, Sisk LR (1981), "Assessing Minimum Amounts and Form of Roughages in Ruminant Diets: Roughage Value Index System", **Journal of Animal Science** 53: 1406-1411.
- <http://www.agroportal.pt/a/2002/fenalac2001.htm>
- <http://www.ifcnnetwork.org/en/start/>
- http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000919&contexto=pi&selTab=tab0

Anexos

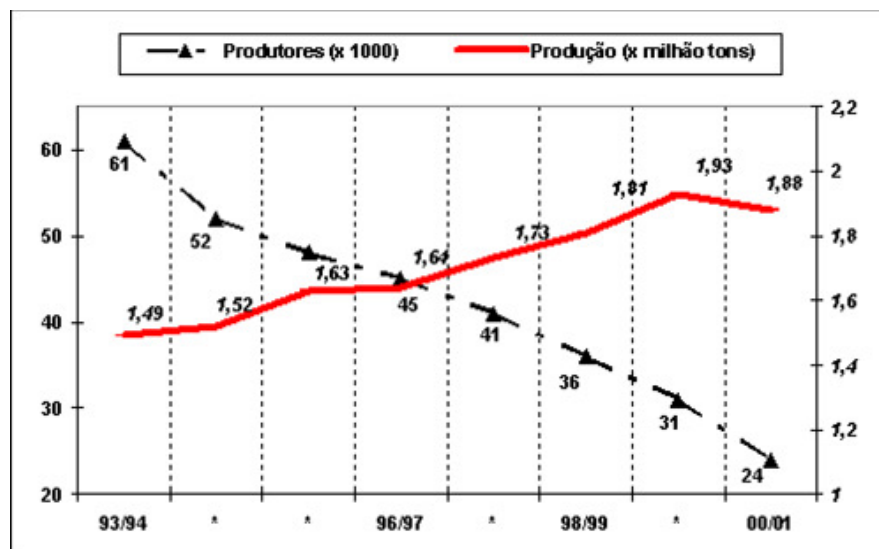
Anexo I



Produção de leite em Portugal entre 2004 e 2008.

(http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000919&selTab=tab2)

Anexo II



Evolução da produção leiteira e do número de explorações leiteiras em Portugal entre 1993 e 2001.

(<http://www.agroportal.pt/a/2002/fenalac2001.htm>).

Anexo III



Penn State Forage Separator.

Fotos 1 e 2: Caixa de crivos montada e desmontada, respectivamente;

Foto 3: Caixa de crivos desmontada, após a separação das partículas de alimento de acordo com a sua composição física;

Foto 4: Tabuleiro superior (fracção de partículas longas);

Foto 5: Tabuleiro intermédio (fracção de partículas intermédias);

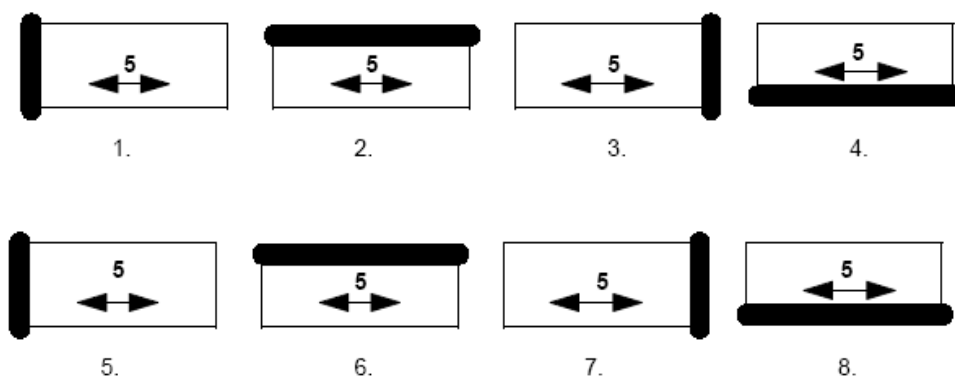
Foto 6: Tabuleiro inferior (fracção de partículas finas).

Anexo IV

Systems	Advantages	Disadvantages
Individual/topdress	Low cost to use Individually feed each cow based on need	Labor intensive Slug feeding possible
Grain in the parlor	Easy to mechanize Encourages cows to enter the parlor Low labor inputs	Slug feeding occurs Limit on time to eat More manure in parlor Cost of equipment
Electronic grain feeder	Custom feed each cow Monitor grain consumed Use of automated feed charts to adjust feed Electronic ID of cows	Expensive system Daily adjustment of grain Feed must be palatable High level of management
Total mixed ration	More control of ration Higher milk yield Higher milk components Measure dry matter intake	Expensive equipment Need to group and move cows during lactation Feed costs are higher Overfeed tail-end cows

Comparação entre os vários sistemas de alimentação (Hutjens M, 2008)

Anexo V



Técnica de separação das partículas de alimento de vacas leiteiras usando a *Penn State Forage Separator* (Heinrichs J & Kononoff P, *Penn State University*).

A amostra é agitada cinco vezes na mesma direcção. Após a rotação da caixa num ângulo de 90°, a amostra é novamente agitada 5 vezes. Este procedimento é repetido num total de 8 vezes.

Anexo VI

DATA	AMOSTRAS	TAB SUP (%)	TAB INTER (%)	TAB INF (%)
30-09-2009	1a	17	41	42
	1b	16	40	44
	1c	17	40	43
	1d	18	40	42
	1e	14	45	42
	Média	16	41	43
	2a	18	41	41
	2b	19	42	40
	2c	13	46	41
	2d	17	45	38
	2e	18	46	36
	Média	17	44	39
01-10-2009	1a	17	40	43
	1b	13	44	43
	1c	12	43	45
	1d	8	46	47
	1e	8	46	46
	Média	12	44	45
	2a	24	39	37
	2b	15	43	42
	2c	13	43	44
	2d	15	45	40
	2e	16	44	39
	Média	17	43	40
02-10-2009	1a	11	42	47
	1b	11	43	46
	1c	12	45	43
	1d	9	46	46
	1e	11	44	45
	Média	11	44	45

Caracterização física do arraçoamento de vacas em lactação de uma exploração americana do estado de Washington, de acordo com o tamanho das partículas. Os resultados são apresentados na forma de percentagem e os dados a vermelho correspondem a valores superiores aos limites padrão indicados na literatura (**Anexo VII**). As amostras 1 e 2 representam amostras de alimento recolhidas pela manhã e pela tarde, respectivamente. Cada amostra foi processada cinco vezes (a, b, c, d, e).

Anexo VII

Feed source	Top Box	Middle Box	Bottom Box
-----% of total-----			
Haylage	10-20	40- 60	< 40
Corn silage (3/4 inch TLC & processed)	10-20	50-60	<30
Corn silage (1/4 inch TLC & unprocessed)	<5	>50	<50
TMR	5-15	40-50	<50

Quantidade de partículas de alimento recomendada para os diferentes tabuleiros da *Penn State Forage Separator* (Hutjens M, 2000).

Anexo VIII

DATA	EXPL	CONCELHO	DISTRIB.ALIM	COLHEITA	INTERVALO DE TEMPO	TIPO DE ARRAÇOAMENTO
4-1-10	1	Vila do Conde	8:00	10:00	2:00	TMR completo
	2		10:00	11:45	1:45	TMR completo
	3	Vila do Conde	14:00	14:45	0:45	TMR completo
5-1-10	4	Vila do Conde	8:30	10:00	1:30	Concentrado parcialmente boxes
	5		10:00	12:30	2:30	TMR completo
	6		12:00	14:30	2:30	TMR completo
6-1-10	7	Vila do Conde	10:00	10:00	0:00	TMR completo
	8		10:30	11:30	1:00	Concentrado parcialmente à parte
	9		9:30	15:00	5:30	TMR completo
7-1-10	10	Vila do Conde	8:30	10:00	1:30	TMR completo
	11	Vila do Conde		12:00		TMR completo
	12	Vila do Conde	15:00	15:00	0:00	TMR completo
8-1-10	13	Matosinhos	9:00	9:30	0:30	Concentrado nas boxes
	14	Matosinhos	9:30	11:00	1:30	TMR completo
	15	Matosinhos	9:30	12:45	3:15	Concentrado parcialmente à parte
	16	Famalicão	14:30	15:00	0:30	Concentrado parcialmente à parte
11-1-10	17	Santo Tirso			0:00	
12-1-10	18	Vila do Conde	8:00	10:00	2:00	Concentrado parcialmente à parte
	19	Maia	10:30	10:45	0:15	TMR completo
	20	Vila do Conde	8:30	12:00	3:30	Palha à discrição
	21		10:30	14:30	4:00	Concentrado parcialmente à parte
13-1-10	22	Trofa	9:45	10:15	0:30	Concentrado parcialmente à parte
	23	Trofa	10:00	10:45	0:45	TMR completo
15-1-10	24	Vila do Conde	9:00	10:30	1:30	TMR completo

Caracterização das explorações leiteiras abrangidas pelo estudo realizado na região de Entre-Douro-e-Minho, sendo indicadas as horas de distribuição do alimento e de colheita da amostra, assim com o intervalo de tempo compreendido entre as etapas referidas e o tipo de arraçoamento fornecido.

Anexo IX

EXPL	TAB SUP (g)		TAB INTERM (g)		TAB INF (g)		TOTAL(g)		Δ AMOST
	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	
4	20,5	24,7	92,0	128,4	193,3	225,3	305,8	378,5	72,7
8	39,9	34,7	153,4	146,5	151,1	139,3	344,4	320,5	23,9
13	40,5	23,3	86,7	113,2	180,8	228,1	308,0	364,6	56,6
15	31,4	30,2	216,7	186,1	248,0	248,3	496,1	464,6	31,6
16	22,2	31,3	184,5	176,4	160,2	149,6	366,9	357,3	9,6
18	7,4	3,6	212,5	153,5	351,7	297,6	571,6	454,7	116,9
20	43,9	41,1	118,0	112,6	247,8	229,4	409,7	383,1	26,6
21	32,9	32,8	144,1	162,1	169,6	181,6	346,6	376,5	29,9
22	31,8	25,7	143,2	266,5	169,2	286,2	344,3	578,4	234,1

Massas totais das duas amostras (1 e 2) recolhidas em cada exploração onde o concentrado é fornecido total (células a cinzento) ou parcialmente (células a branco) à parte ou onde a fibra é fornecida à descrição (células a verde); massas das diferentes fracções de alimento obtidas a partir de cada amostra (1 e 2) após a separação dos diferentes componentes (fracções que ficaram no tabuleiro superior, intermédio e inferior); variação entre massas totais das amostras 1 e 2 de cada exploração.

Anexo X

EXPL	TAB SUP %		TAB INTERM %		TAB INF %		TAB SUP MÉDIA%	TAB INTER MÉDIA%	TAB INF MÉDIA%
	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2	Amost1	Amost2			
4	6,7	6,5	30,1	33,9	63,2	59,5	6,6	32,0	61,4
8	11,6	10,8	44,5	45,7	43,9	43,5	11,2	45,1	43,7
13	13,2	6,4	28,1	31,0	58,7	62,6	9,8	29,6	60,6
15	6,3	6,5	43,7	40,1	50,0	53,5	6,4	41,9	51,7
16	6,1	8,7	50,3	49,4	43,7	41,9	7,4	49,8	42,8
18	1,3	0,8	37,2	33,8	61,5	65,4	1,0	35,5	63,5
20	10,7	10,7	28,8	29,4	60,5	59,9	10,7	29,1	60,2
21	9,5	8,7	41,6	43,1	48,9	48,2	9,1	42,3	48,6
22	9,2	4,4	41,6	46,1	49,2	49,5	6,8	43,8	49,3
							7,7	38,8	53,5

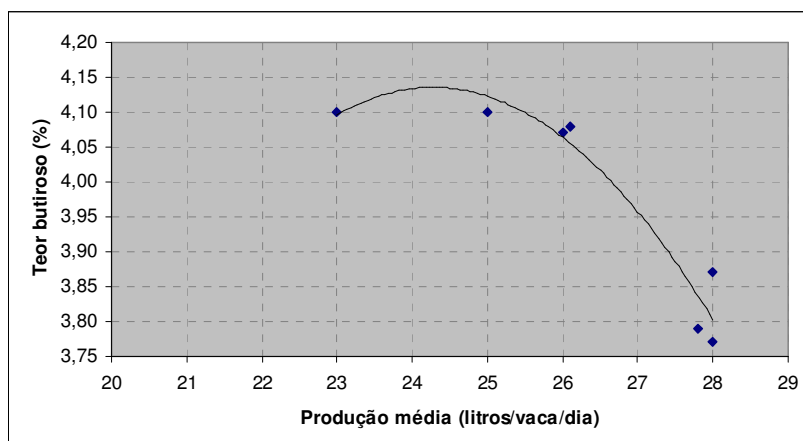
Diferentes fracções de alimento obtidas a partir de cada amostra (1 e 2) após a separação dos diferentes componentes (%s de alimento que ficaram no tabuleiro superior, intermédio e inferior) e média das percentagens obtidas em cada tabuleiro, em explorações onde o concentrado é fornecido total (células a cinzento) ou parcialmente (células a branco) à parte ou a fibra é fornecida à descrição (células a verde). A última linha representa a média, para cada tabuleiro, de todas as explorações abrangidas pelo estudo. Os dados a vermelho representam valores fora dos limites padrão considerados normais pela literatura (Anexo VII).

Anexo XI

EXPL	Nº VACAS EM ORDENHA	PRODUÇÃO MÉDIA DEZ (Litros leite/vaca/dia)	TEOR BUTIROSO DEZ (%)	TEOR PROTEICO DEZ (%)
1	65		4,01	3,33
2	68		4,06	3,50
3	73	30,2		
4	81	25,3	3,78	3,28
5	75			
6	56	27,8	3,79	3,40
7	78			
8	60	26,0	4,07	3,47
9	63	28,0	3,87	3,27
10	115	25,0	4,10	3,30
11	70	26,5	3,53	3,43
12	60	28,0	3,77	3,29
13	125	26,0		
14	40		4,50	3,54
15	40			
16	40			
17				
18				
19				
20				
21				
22	45	23,0	4,10	3,45
23	78	26,1	4,08	3,45
24	62	19,6		

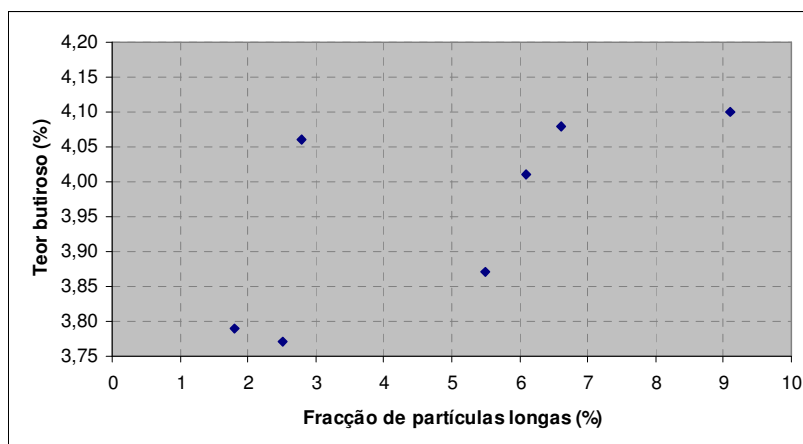
Composição do leite do mês de Dezembro das explorações envolvidas no estudo. As células com preenchimento riscado correspondem a dados não disponibilizados pelas explorações abordadas.

Anexo XII



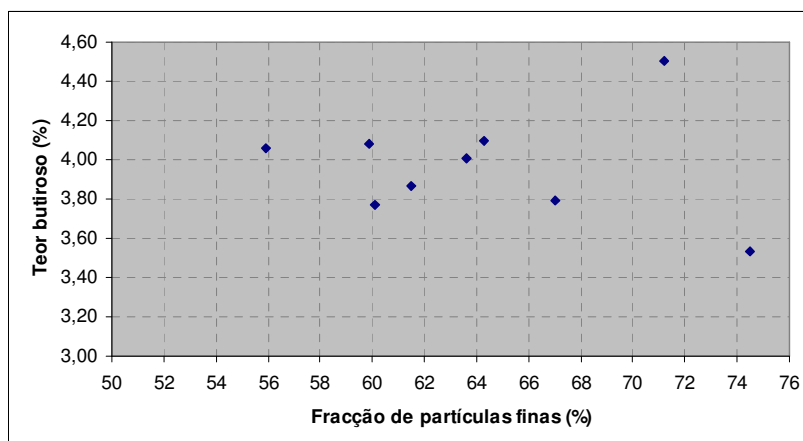
Relação entre teor butíroso do leite e produção média em explorações em que fornecem TMR aos animais.

Anexo XIII



Relação entre teor butíroso do leite e fracção de partículas longas (fibra efectiva) do alimento, em explorações em que fornecem TMR aos animais.

Anexo XIV



Relação entre teor butíroso do leite e fracção de partículas finas do alimento, em explorações em que é fornecido TMR aos animais.